Über die Adaptationsvorgänge der Jugendlichen und ihre Beziehung zu den Transformationserscheinungen

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Philosophischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Wilhelm Walker
aus Osnabrück

Marburg 1927

Als Dissertation angenommen am 25. Februar 1927.

Referent: Professor Dr. E. R. Jaensch.

Tag der mündlichen Prüfung: 3. März 1927.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Diese Arbeit erscheint gleichzeitig in Band 103 (1927) der *Zeitschrift für Psychologie.*

(Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig)

1. Kapitel

Die innere Zusammengehörigkeit von Kontrast und Transformation und der scheinbare Widerspruch mit der Heringschen Deutung der Transformationserscheinungen

Während Katz[1] im Gegensatz zu Hering den Versuch gemacht hatte, Farbenkonstanz und Kontrast voneinander zu trennen und beide Phänomene verschiedenen Erklärungsgebieten zuzuweisen, haben in den bisherigen Farbenarbeiten Jaensch und seine Schüler wieder den inneren Zusammenhang dieser Erscheinungen nachgewiesen. Nachdem Jaensch den Vorgang der subjektiven Helligkeits- und Farbenumstimmung eines unter nicht normaler Beleuchtung stehenden Gesichtsobjektes als zentrale „Transformation" bezeichnete, formulierte er das Ergebnis seiner ersten Untersuchungen auf dem

[1] D. Katz, Die Erscheinungsweisen der Farben. *Z. f. Psychol.* Erg.-Bd. 7, 1911.

Berliner Kongreſs für Psychologie 1912 und auf dem Göttinger Kongreſs 1914 in den Satz: Grundgesetze des Kontrastes gehen über in Grundgesetze der Transformationsfarben, wenn man in den Kontrastgesetzen den Terminus „Umfeld" ersetzt durch den Terminus „beleuchteter Raum". Durch weitere Untersuchungen Jaenschs, insbesondere auch durch die Arbeiten seiner Schüler E. A. Müller[1], O. Kroh[2], B. Herwig[3] und O. Feyerabend[4] ist der Gesetzesparallelismus von Kontrast und Transformation bis ins einzelne nachgewiesen worden. Wenn also zwischen beiden Phänomenen ein gleitender Übergang besteht, können zur theoretischen Erklärung nicht zwei grundverschiedene voneinander unabhängige Gebiete herangezogen werden, was aber noch längst nicht beweist, wie Bühler[5] annimmt, daſs zwischen den zuerst von Hess und Pretori[6] beschriebenen Versuchen über den Simultankontrast und den von Schülern Jaenschs ausgeführten Transformationsuntersuchungen Identität besteht, daſs also „ein Beleuchtungsphänomen nur unter zwei verschiedenen Versuchsbedingungen" untersucht wird. Diese These wäre allenfalls dann zu erörtern, wenn die Gesetze des Kontrastes ausschlieſslich an der Anordnng von Hess und Pretori gewonnen wären, die mit verschiedenen Beleuchtungen arbeitet und lediglich auf diesem Wege die zu vergleichenden Helligkeiten herstellt. Es ist aber ein Teil der Kontrastversuche an farbigen Papieren durchgeführt worden. So sind hier insbesondere die gründlichen Untersuchungen von Ebbinghaus[7]

[1] E. R. Jaensch u. E. A. Müller, Über die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast. *Z. f. Psychol.* **83**, 1920.

[2] O. Kroh, Über Farbenkonstanz und Farbentransformation. *Z. f. Sinnesphysiol.* **52**, 1921.

[3] B. Herwig, Über den inneren Farbensinn der Jugendlichen und seine Beziehung zu den allgemeinen Fragen des Lichtsinns. *Z. f. Psychol.* **87**, 1921.

[4] O. Feyerabend, Der innere Farbensinn der Jugendlichen in seiner Beziehung zu der angenäherten Farbenkonstanz der Sehdinge. *Z. f. Psychol.* **94**, 1924.

[5] K. Bühler, Handbuch der Psychologie. 1. Teil, 1. Heft. Die Erscheinungsweisen der Farben. Jena 1922. S. 128.

[6] C. Hess u. H. Pretori, Messende Untersuchungen über die Gesetzmäſsigkeit des simultanen Kontrastes. *Graefes Arch. f. Ophth.* **40**, 1894.

[7] H. Ebbinghaus, Die Gesetzmäſsigkeiten des Helligkeitskontrastes. Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1887.

zu erwähnen, und von ihnen hat Tschermak[1] nachgewiesen, dafs ihre Ergebnisse mit denen von Hess und Pretori übereinstimmen, wofern man nur die Formeln von Ebbinghaus etwas umschreibt. Bei den Versuchen des letzteren nun kommen abweichende Beleuchtungen nicht in Betracht, und es ergeben sich also die Kontrastgesetze von Hess und Pretori auch unter Ausschlufs verschiedener Beleuchtung.

Die gefundenen Parallelen zwischen beiden Erscheinungen müssen vielmehr zunächst die Vermutung nahelegen, für beide Vorgänge eine gemeinsame Wurzel anzunehmen. Da die Frage nach dem Zustandekommen der Transformationserscheinungen eine genetische ist, wie die bisherigen Farbenarbeiten zeigen, kann sie auch nur durch eine entwicklungspsychologische Betrachtung der Sehvorgänge beantwortet werden. Derartige Untersuchungen wurden in den letzten Jahren an eidetischen Jugendlichen durchgeführt, wobei sich ein ganz neuer Angriffspunkt für die Untersuchungen durch die Aufdeckung des „inneren Farbensinns der Jugendlichen" ergab. Herwig und Feyerabend konnten zeigen, dafs sich beim Sehen der Jugendlichen Vorgänge abspielen, deren Untersuchung eine Deutung der Transformationserscheinungen angibt.

Weiter geht aus der zuletzt veröffentlichten Arbeit, derjenigen von Feyerabend, bereits klar hervor, dafs die Farbumwertungen aufs engste verwandt sind mit den bisher wohl ausschliefslich von der Sinnesphysiologie durchforschten Adaptationserscheinungen, weil beide auf antagonistischen Prozessen des Sehorgans beruhen. Allerdings hat die Helmholtzsche Schule recht, wenn sie die Zurückführung der zentral beeinflufsten Transformation auf die, wie bisher geglaubt wurde, nur von peripheren Faktoren abhängigen Adaptationsvorgänge ablehnt. Und zwar sind es wohl die folgenden scheinbaren Gegensätze, — deren Zusammenstellung ich einem ungedruckten Manuskript von Prof. Jaensch entnehme —, mit der die Gegner der Heringschen Farbentheorie diese bisher widerlegen konnten:

„1. das grofse quantitative Ausmafs und das so-

[1] A. Tschermak, Über Kontrast und Irradiation. Erg. der Ph. II. Jahrg. II. Abt. S. 755. Fufsnote.

fortige Auftreten der Umformungserscheinungen, das im auffälligen Widerspruch steht zu dem geringen Ausmafs und dem langsamen Auftreten der durch Daueradaptation hervorgebrachten Umformungen, 2. die offensichtliche und nachweisbare Abhängigkeit der Transformationserscheinungen von psychischen Faktoren, während die bisher durchforschten Adaptationsvorgänge hiervon nichts erkennen lassen, sondern anscheinend nur von der Qualität, Intensität und Dauer der einwirkenden Reize abhängen und zwar in einer eindeutigen, durch diese physiologischen Bedingungen bestimmten, durch psychische Faktoren nicht mitbestimmten Weise".

Wird trotz dieser grofsen scheinbaren Widersprüche die Ansicht beibehalten, dafs die Adaptation für die Transformationsvorgänge verantwortlich sei, so ergibt sich mit innerer Notwendigkeit die Aufgabe, nachzuforschen, ob wohl die bisherigen Anschauungen über Adaptation aufrecht erhalten werden können oder einer Ergänzung bedürfen.

Damit soll durch diese Arbeit zugleich einer irrigen Ansicht in der Literatur entgegengetreten werden, dafs sich die hiesigen Transformationsuntersuchungen „weit von dem Heringschen Standpunkt entfernten".[1] Wie alle aus der Jaenschschen Schule bisher erschienenen Farbenarbeiten die Tradition der Heringschen Farbentheorie fortsetzen wollen, was ja auch Jaensch in der „Vorbemerkung" „über die Grundfragen der Farbenpsychologie"[2] bereits ausdrücklich hervorhob, so schliefst sich auch die vorliegende Abhandlung den unter dieser Überschrift erschienenen Arbeiten an. Allerdings tragen die hiesigen Arbeiten zugleich auch dem ebenfalls tief berechtigten Helmholtzschen Standpunkt Rechnung. Es zeugt von einem nicht hoch genug einzuschätzenden Vorausblick des grofsen Forschers Hering, den Zusammenhang vieler Erscheinungen schon geahnt zu haben, wenn

[1] F. Best, Adaptation und Kontrast (Übersichtsreferat). Jahresber. über die ges. Ophthalmologie, 1920, S. 70.

[2] *Z. f. Psychol.* 83, 1920, S. 258.

auch die Anschauungen über den Ursprung und Verlauf der Vorgänge zu damaliger Zeit noch sehr lückenhaft bleiben mufsten. Diese Untersuchungen ergeben, ungesucht, eine Synthese des Heringschen und Helmholtzschen Standpunktes.

Weiter dürften dadurch auch die gegen die Farbuntersuchungen der Marburger Schule erhobenen Einwände von G. E. Müller[1] schon zum Teil entkräftet werden, die auf eine „Beiseiteschiebung" der von Hering begründeten Farbenlehre durch Jaensch fufsten. Doch wird Prof. Jaensch eine über eine Einzelauseinandersetzung hinausgehende ausführliche Erwiderung noch in einer besonderen Arbeit geben.

2. Kapitel

Untersuchungen über die Adaptationsvorgänge im Jugendalter

1. Begrenzung der Aufgabe

Wie überhaupt bisher fast alle sinnesphysiologischen Anschauungen durch Beobachtungen an Vollerwachsenen gewonnen wurden, so findet sich auch in der Literatur äufserst wenig über Adaptation bei Jugendlichen. Wir stellen dies deshalb bis zur theoretischen Betrachtung unserer Versuchsergebnisse zurück.

Jahrelange Untersuchungen des hiesigen Instituts über das eidetische Jugendalter haben jetzt aber ergeben, dafs sich der gesamte Sehprozefs der Kinder unter besonderen Verhältnissen vollzieht. Wie z. B. in den Raumuntersuchungen gezeigt werden konnte, erscheinen die Raumwahrnehmungen in der eidetischen Entwicklung noch nicht in dem starren Zustand wie bei Erwachsenen, sondern besitzen eine weitgehende Plastizität. Die bisherigen Farbenarbeiten, besonders die von Herwig und Feyerabend, zeitigten das gleiche Ergebnis. Lassen so die stattgefundenen jugendpsychologischen Untersuchungen einzelner Teilfunktionen unseres Sehapparates auch schon besondere Adaptationserscheinungen in der eidetischen Entwicklungsphase vermuten, so konnte den Nachweis doch erst eine bisher noch ausstehende systematische Untersuchung erbringen.

[1] G. E. Müller, Über Jaenschs Zurückführung des Simultankontrastes auf zentrale Transformation. *Z. f. Psychol.* **93**, 1923.

Aubert[1] bezeichnete zuerst die „Einrichtung des Auges für verschiedene Helligkeiten“ als Adaptation, während in der vor ihm erschienenen Literatur Akkommodation und Adaptation als gleichbedeutender Terminus gebraucht wurde. Eine ausführliche Definition der beiden Adaptationszustände gibt dann Hering[2], indem er „unter einem helladaptierten Auge ein solches versteht, welches für irgendeine zum deutlichen Sehen der Aufsendinge brauchbare Beleuchtung angepafst ist, gleichviel, wie stark oder schwach die letztere im übrigen ist und unter einem dunkeladaptierten eins, das für eine zum deutlichen Sehen, wie z. B. zum bequemen Lesen, unzureichende Beleuchtung angepafst ist, wobei es zwar noch Aufsendinge zu unterscheiden, aber nicht mit der Deutlichkeit zu sehen vermag wie ein für eine stärkere Beleuchtung angepafstes“. Hering definiert hier ausdrücklich den Anpassungszustand zum Unterschied von dem Vorgang der Empfindlichkeitszunahme. Doch wird in den Arbeiten über Adaptation in den letzten beiden Dezennien diese Unterscheidung nicht beibehalten. Wir möchten uns jedoch der von Honigmann[3] gebrauchten Terminologie anschliefsen und mit Adaptation nur den jeweiligen Zustand der Lichtempfindlichkeit, den Vorgang jedoch mit Adaptierung bezeichnen. Ebenfalls unterscheidet Hering[4] bereits zwischen einer Moment- und Daueradaptation, aber ohne dafs er weitere Angaben über die Deutung jeder einzelnen angibt. Es ist daher wahrscheinlich, dafs er auch die Wirkung der ersteren in der Wechselwirkung der Sehfeldstellen sieht. Erst Katz[5] macht auf die scharfe Trennung zwischen Moment- und Daueradaptation aufmerksam, da beide nach seiner Meinung „durchaus andere Ursachen und im wesentlichen auch andere Wirkungen haben“, deshalb auch durch „die Namensbezeichnung schärfer zu unterscheiden“ wären.

[1] H. Aubert, Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865. S. 25f.

[2] E. Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Gräfe-Sämischs Handb. d. ges. Augenheilk. Leipzig 1907. S. 18.

[3] H. Honigmann, Untersuchungen über Lichtempfindlichkeit und Adaptierung des Vogelauges. *Pflügers Arch. f. Physiol.* **89**, 1921, S. 5.

[4] E. Hering, Über das sogenannte Purkinjesche Phänomen. *Pflügers Arch.* **60**, S. 519.

[5] a. a. O. S. 258.

Eine Versuchsreihe mufste daher, wenn wir diese Einteilung beibehalten, über beide Anpassungserscheinungen durchgeführt werden. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung der Daueradaptation bei Jugendlichen und aufserdem solchen Erwachsenen, die die eidetische Jugendanlage noch besitzen, während eine andere aus dem Institut hervorgehende Abhandlung die Erscheinungen der Momentadaptation behandeln wird.

Nachdem so unsere Aufgabe begrenzt war, kam es darauf an, genau festzulegen, auf welche Gesichtspunkte das Hauptaugenmerk der Untersuchungen gerichtet werden mufste. Da der Zweck der Arbeit der sein sollte, eine Klärung der oben aufgeführten scheinbaren Widersprüche zu erbringen, ergibt sich leicht, dafs wir nachzuprüfen hatten,

1. ob das quantitative Ausmafs der Adaptationserscheinungen im eidetischen Alter ein anderes ist als bei Erwachsenen,

2. ob eine Verknüpfung, eine Integration dieser Vorgänge mit der psychischen Sphäre sich nachweisen läfst.

2. Versuchsanordnung und Gang der Untersuchungen

Die Feststellungen der Empfindlichkeitssteigerung bei fortschreitender Dunkeladaptierung wurden ausgeführt mit dem von W. A. Nagel[1] zuerst ausführlich beschriebenen und nach ihm benannten Nagelschen Adaptometer. Da der Apparat wegen seiner exakten Reizwertfestlegung heute bei fast allen präzisen Adaptationsuntersuchungen gebraucht wird, können wir uns hier mit einer kurzen Skizzierung begnügen. Der 25 cm hohe Kasten besitzt die Form und Ausdehnungen des in Fig. 1 wiedergegebenen Grundrisses. Der hintere Teil ist eingerichtet für 3 hintereinander zu schaltende Lampen (L). Wir brachten jedoch nur eine 50kerzige Osramlampe in die mittlere Fassung, da bei Schwellenbestimmungen bei sehr stark eidetischen Jugendlichen nach längerer Dunkeladaptierung

[1] W. A. Nagel, Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung. *Z. f. Augenheilk.* **17**, 1906.

die Lichtquelle manchmal so sehr verdunkelt werden mufste [1], dafs die Grenze der Einstellung des Apparates nicht mehr fern lag, und daher eine Verringerung der Ausgangslichtquelle zur Erzielung genauerer Werte ratsam erschien. Das Licht strahlt in letzter Linie auf die Milchglasplatte S, von wo aus

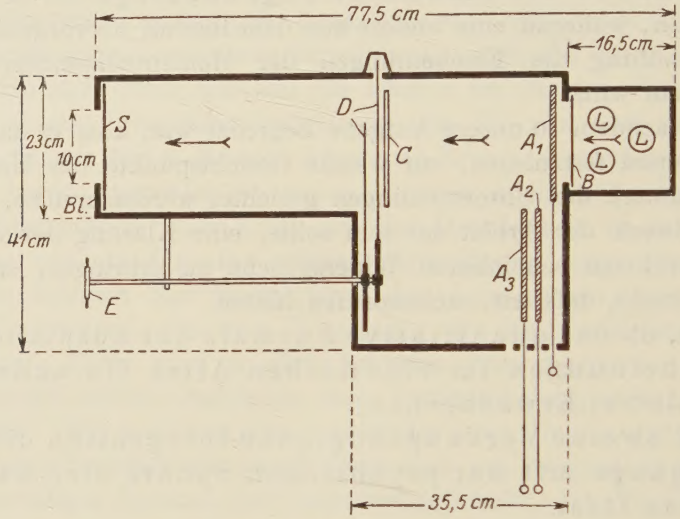


Fig. 1

die Reizung der Netzhaut erfolgt. Durch eine in der Nähe der Lampen sich befindende hellblaue Scheibe B ist dafür Sorge getragen, das Reizlicht möglichst rein weifs zu erhalten. Die Abstufung der Helligkeiten kann zunächst durch 3 in den Strahlengang einzuschiebende Verdunkelungsscheiben (A_1, A_2, A_3) vorgenommen werden, die nacheinander eingeschoben, eine Abschwächung des vorhergehenden Lichtwertes auf jedesmal $^1/_{20}$ gestatten. Zur feineren Abstufung dient ein in der Mitte des Kastens sich befindendes Aubertsches Diaphragma D (Fig. 2), dessen freigelassene Milchglasfläche C mittels einer mit Handgriff versehenen Einstellvorrichtung E vergröfsert oder verkleinert werden kann. Die durchgelassene Lichtmenge ist natürlich proportional der Gröfse der quadratischen Öffnung,

[1] Wir nehmen dieses lediglich des besseren Verständnisses der kleinen Änderung in der Versuchsanordnung wegen den folgenden Ergebnissen vorweg.

also proportional dem Quadrat der Seitenlänge. Die Weite des Diaphragmas läfst eine Veränderung von 1—10000 qmm zu. Durch ein mit dunkelrotem Glase geschlossenes Fenster

Fig. 2

in der oberen Kastenwand ist die jeweilige Flächengröfse an einer Nickelskala ablesbar. Sämtliche Messungen mufsten naturgemäfs mit genau konstanter Stromspannung durchgeführt werden. Die städtische Elektrizitätszuführung ist jedoch zu Zeiten starken Schwankungen unterworfen. Auf unsern Wunsch wurde daher der Apparat, um ihn an die durch Akkumulatoren gespeiste Hausleitung von 110 Volt anzuschliefsen, für diese Spannung angefertigt. Die photometrische Messung der Milchglasscheibe bei gröfster Öffnung des Diaphragmas ergab einen zwischen 0,2 und 0,3 Meterkerzen liegenden Lichtwert.

Da sich mit der Flächen- bzw. Winkelgröfse des gereizten Netzhautbezirkes die Adaptationsfähigkeit ändert, richteten wir uns nach dem Vorschlag Nagels, die kreisförmige Scheibe aus einer konstanten Entfernung von 57 cm betrachten zu lassen. Die helle Fläche erscheint dann unter einem Winkel von etwa 10°. Der Abstand erweist sich insofern als sehr praktisch, als eine jugendliche Vp. etwa um Armeslänge von dem Apparat entfernt sitzt; ein paar cm mehr oder weniger ergeben dabei keinen nennenswerten Fehler.

Bereits nach den ersten Untersuchungen an Kindern stellte es sich heraus, dafs die Reizschwellenbestimmung nach etwa $^1/_2$ stündiger und längerer Dunkeladaptierung auf erhebliche Schwierigkeiten stiefs, da die Scheibe oft mit plötzlich auftretenden subjektiven Lichtnebeln verwechselt wurde. Nachprüfungen dadurch, dafs das Licht mit dem am Apparat befindlichen Schalter ein- und ausgeschaltet wurde, erwiesen sich uns nicht als eine praktische Kontrolle, da sich bald unsere Vermutung bestätigte, dafs die Vpn. durch das laute Knacken des Schalters beeinflufst wurden. Wir brachten des-

halb in dem Stromkreis einen kleinen Taster an, der eine unhörbare Unterbrechung der Stromzuführung, sobald sich Unklarheiten einstellten, gestattete.

Um weiter eine etwaige Beeinflussung der Resultate durch eine verschieden grofse Helladaptation so weit als möglich zu vermeiden, da nach Nicolai[1] und Rabinowitsch[2] der Grad der Dunkeladaptation zu einer bestimmten Zeit von der vorausgegangenen Belichtung abhängig ist, und um auch keine Beeinträchtigung der Schwellenwerte durch intensive und langdauernde Nachbilder stattfinden zu lassen, liefsen wir die Vpn. zunächst $^1/_4$ Stunde auf die graue Wand des Versuchszimmers blicken, das nur durch eine 50 kerzige Osramlampe erhellt war. Nachdem dann die Vp. in der angegebenen Entfernung vor dem Adaptometer Platz genommen hatte, wurde das Zimmer vollständig verdunkelt und nun die erste Schwellenbestimmung vorgenommen. Doch mufs dieser Anfangswert noch als ungenau bezeichnet werden, da die Daueradaptierung sofort nach Lichtabschlufs sehr schnell einsetzt, und der erste Wert in einem Spielraum von 20—30 Sek. festgelegt wurde. Auch dürfte das plötzlich auftretende ungewohnte Dunkel, an das Jugendliche, besonders jüngere, sich nicht so rasch gewöhnen als Erwachsene, um sogleich ein Urteil abzugeben über etwas, das ihnen gerade eben erst erklärt ist, sehr das Resultat beeinflussen. Die Schwellenbestimmungen, die sich nun alle 2—10 Minuten wiederholten, wurden in der Weise vorgenommen, dafs die Vp. beim gänzlichen Verschwinden der Scheibe „Halt" zu rufen hatte. Wir hielten diese Art der Reizwertfestlegung bei Jugendlichen für die beste, da die andere, von einer unterschwelligen Intensität zu einer gröfseren Lichtstärke überzugehen, die dann ganz plötzlich und auffallend hell im Gesichtsfeld auftaucht, doch sehr von schwer kontrollierbaren und verwickelten Faktoren abhängig ist. Hier kann man nämlich „jedesmal wieder ganz erheblich abschwächen, bis man die jetzt gültige, meistens sehr scharf einstellbare,

[1] Nicolai, Über den Gang der Dunkeladaptation und seine Abhängigkeit von der vorausgegangenen Belichtung. *Zentralbl. f. Physiol.* **21**, Nr. 18.

[2] Rabinowitsch, Über den Gang der Schwellenempfindlichkeit und seine Abhängigkeit von der vorausgegangenen Belichtung. *Z. f. Augenheilk.* **19**.

Schwelle findet.“ [1] A. Kovács [2] stellte aufserdem fest, dafs die von Fröhlich so genannte „Empfindungszeit“, d. i. die Zeit, die vom Eintritt des Lichtreizes bis zur Wahrnehmung verfliefst, im Laufe der Dunkeladaptierung wechselt. Eine Zweifelsfrage bleibt es hier noch, ob nicht die „Empfindungszeit“ auch in den verschiedenen Lebensaltern eine ganz andere ist. Um alle diese Faktoren auszuschliefsen, erschien die zuerst angegebene Art der Schwellenbestimmung für uns die allein anwendbare. Auf die Anbringung einer Fixierpunktseinrichtung wurde verzichtet, da diese nur bei Erwachsenen ein wertvolles Hilfsmittel sein dürfte, dagegen bei Kindern, besonders jüngeren, als störender Faktor zu sehr von dem hauptsächlich zu beobachtenden Lichtschimmer ablenkt und daher oft zu ganz falschen Werten Anlafs geben würde. Auf diesen Nachteil der Fixierlampe weist auch Hübner [3] hin, der sie deshalb bei seinen Versuchen nicht als praktisch ansah, „weil es schwierig ist, einem weniger intellektuellen Patienten klar zu machen, einen roten Punkt zu fixieren und gleichzeitig auf das Erscheinen des hellen Schimmers an einer anderen Stelle zu achten“. Es stellte sich auch bei den Versuchen heraus, dafs das Fehlen der Hilfseinrichtung kaum als ein Mangel empfunden wurde. Kam es trotzdem einmal vor, dafs der Beobachter die Richtung der Scheibe verloren zu haben glaubte, so liefsen wir ihn diese mit der Hand fühlen. Dann prüften wir, wenn die Vp. sie nun auch zu sehen glaubte, durch unmerkliches Ausschalten des Reizlichtes, ob die Angabe etwa nicht auf einer Täuschung beruhte.

Alle Resultate, soweit nicht besonders anderweitige Bemerkungen dazu gemacht sind, wurden durch binokulare Beobachtung gewonnen. Ferner wurde der Vp. vor Beginn der Untersuchung und noch einige Male während des Versuchsgangs eingeschärft, dafs sie nur mit geradeaus gerich-

---

[1] H. Piper, Über Dunkeladaptation. *Z. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **31**, 1903, S. 174.

[2] A. Kovács, Über den Einfluſs der Dunkeladaptation auf die Empfindungszeit und den zeitlichen Verlauf der Gesichtsempfindungen. *Z. f. Sinnesphysiol.* **54**, 1923.

[3] Hübner, Untersuchungen über hemeralopische Beschwerden und Adaptation bei Soldaten. *Gräfes Arch.* **93**, 1917, S. 360.

tetem Blick die Scheibe ansehen dürfe, so daſs das Bild des Lichtflecks auf die zentralen Partien der Netzhaut fallen muſste.

Als Vpn. zogen wir gröſstenteils Jugendliche aus sämtlichen Marburger Schulen im Alter von 10—18 Jahren heran. Hinweisen möchten wir an dieser Stelle noch darauf, daſs eine Auswahl der Vpn. nach irgendeinem Gesichtspunkte nie erfolgte, so daſs wir also gänzlich unvoreingenommen die Beobachtungen anstellten konnten. Wir überlieſsen die Auswahl der Schüler und Schülerinnen gröſstenteils den Lehrern, indem wir auch hier baten, wenn uns diese manchmal gerade die besten Knaben und Mädchen schicken wollten, eine solche Bevorzugung gänzlich auszuschalten. Als Zeit der Versuche des 1. Teils haben wir die Nachmittagsstunden der Frühjahr- und Sommermonate des Jahres 1926 gewählt.

3. Über das Ausmaſs der Daueradaptation des integrierten Menschentypus und der Jugendlichen im Vergleich zu desintegrierten Erwachsenen

In Analogie zu den früheren Untersuchungen des Instituts verglichen wir zunächst die Adaptationserscheinungen einiger erwachsener Vpn. vom gegensätzlichen Typus: einerseits vom integrierten und andererseits vom völlig desintegrierten, bei welchem eine krasse Abgespaltenheit zwischen psychischen und somatischen Funktionen besteht und auch die strenge Differenzierung zwischen den Elementen der psychischen Sphäre selbst vollzogen ist. Wie sich nämlich bei jenen die Strukturen des Jugendalters erhalten haben, so muſsten sich also auch bei unseren Untersuchungen die entsprechenden Verhältnisse wie bei Jugendlichen ergeben. Bei der Auswahl der integrierten Vpn. sahen wir ferner zu, daſs sich unter diesen einige Synästhetiker befanden. Wir haben es hier bekanntlich mit dem gleichzeitigen Ansprechen zweier Sinne auf einen Reiz zu tun, ohne daſs ein bewuſster Willensakt dabei vorliegt, und zwar besteht besonders die Verknüpfung zwischen dem akustischen und optischen Sinnesgebiet. Wir geben das Resultat unserer ersten Untersuchungen in den Tabellen I wieder.

Tabelle I.

Vpn. vom integrierten Typus

Vp. Scho.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	140 000	714	2,85
2	4 000	25 000	4,40
5	2 300	43 500	4,64
10	2 200	45 500	4,66
13	2 100	47 600	4,68
17	1 600	62 500	4,80
22	1 150	86 900	4,94
29	900	111 000	5,05
33	750	133 000	5,12
37	700	143 000	5,16
47	650	154 000	5,19
57	600	167 000	5,22
60	590	169 000	5,23

Bei den letzten Zahlen traten schon starke subjektive Erscheinungen als störende Faktoren ein. Eine Verwechslung damit konnte jedoch nicht vorkommen, da diese Phänomene bei den Vpn. immer nur farbig sind, während das Licht weifs blieb.

Vp. Brö.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	40 000	2 500	3,40
8	2 300	43 500	4,64
20	700	143 000	5,16
25	550	182 000	5,26
30	460	217 000	5,33
35	440	227 000	5,36
40	350	286 000	5,46
45	330	303 000	5,48
48	330	303 000	5,48
50	320	313 000	5,50
55	330	303 000	5,48
60	300	333 000	5,52

Vp. Frl. Brü.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	70 000	1 430	3,16
5	5 500	18 200	4,26
10	3 000	33 300	4,52
16	1 000	100 000	5,00
20	800	125 000	5,10
25	800	125 000	5,10
28	750	133 000	5,12
33	690	145 000	5,16
38	620	161 000	5,21
42	580	172 000	5,24
48	550	182 000	5,26
55	510	196 000	5,29
62	500	200 000	5,30

Vp. Frl. Kör.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70
5	6 500	15 400	4,19
10	5 000	20 000	4,30
16	1 000	100 000	5,00
22	850	118 000	5,07
25	700	143 000	5,16
30	600	167 000	5,22
35	550	182 000	5,26
40	500	200 000	5,30
45	500	200 000	5,30
52	460	217 000	5,34
59	410	244 000	5,39
60	400	250 000	5,40

Vp. Decl.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	60 000	1 670	3,22
5	6 000	16 700	4,22
12	1 400	71 400	4,85
18	1 400	71 400	4,85
23	1 150	87 000	4,94
30	1 080	92 600	4,97
35	1 030	97 100	4,99
40	850	118 000	5,07
45	650	154 000	5,19
55	610	164 000	5,21
65	510	196 000	5,29

Vp. Frl. Bie.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	40 000	2 500	3,40
5	4 250	24 000	4,37
10	1 200	83 000	4,92
15	1 000	100 000	5,00
23	850	118 000	5,07
30	650	154 000	5,19
35	610	164 000	5,21
40	600	167 000	5,22
45	590	169 000	5,23
52	570	175 000	5,24
55	560	179 000	5,25
60	550	182 000	5,26
65	550	182 000	5,26

Synästhetiker

Vp. Sp.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70
5	26 000	3 850	3,59
10	6 000	16 600	4,22
15	2 400	41 700	4,62
20	1 700	58 800	4,77
26	1 150	87 000	4,94
30	850	118 000	5,07
35	700	143 000	5,16
40	600	167 000	5,22
46	570	175 000	5,24
50	560	179 000	5,25

Nun schwimmen nach Angabe der Vp. fortwährend rosabraune Nebel um die Scheibe, und wo diese sich befindet, erscheinen sie am konzentriertesten. Auf jedes Geräusch, wie das Ticken der Taschenuhr, Vogelzwitschern oder Bellen eines Hundes bilden sich Nebel. Beim Hundegebell nehmen diese sogar die Form des Hundes an.

Vp. Tho.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	180 000	555	2,74
5	8 000	12 500	4,10
8	5 000	20 000	4,30
12	3 000	33 300	4,52
17	1 700	58 800	4,77
22	1 200	83 300	4,92
25	900	111 000	5,05
27	880	114 000	5,06
32	720	139 000	5,14
37	600	167 000	5,22
40	570	175 000	5,24
42	600	167 000	5,22
45	580	172 000	5,24
50	570	175 000	5,24

Schon die letzten Messungen wurden durch starke Synästhesien gestört, die sich auf das Knarren eines Wagens draufsen und auf das Vogelgezwitscher einstellten. Ebenfalls bildeten sich durch dasScharren des Bleistifts oder das Knistern des Papiers subjektive Farb- und Lichtempfindungen. Damit ist auch der Adaptationsrückgang bei den letzten Messungen zu erklären.

Vp. Ha.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70
5	10 000	10 000	4,00
10	2 500	40 000	4,60
18	1 500	66 700	4,82
25	1 100	90 900	4,96
30	1 000	100 000	5,00
39	950	105 000	5,02
45	850	118 000	5,07
49	780	128 000	5,11
51	710	141 000	5,15
58	610	164 000	5,21
63	580	172 000	5,24

Vp. See.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70
8	9 000	11 100	4,05
14	4 000	25 000	4,40
18	1 800	55 600	4,75
23	1 600	62 500	4,80
30	1 750	57 100	4,76
38	900	111 000	5,05
41	750	133 000	5,12
45	700	143 000	5,16
51	600	167 000	5,22
56	520	192 000	5,28
61	450	222 000	5,35

Vpn. vom desintegrierten Typus

Vp. Oberstudiendirektor Bru.

¾	800 000	125	2,10
5	60 000	1 670	3,22
12	10 000	10 000	4,00
18	6 500	15 400	4,19
27	5 000	20 000	4,30
35	4 250	23 500	4,37
40	3 500	28 600	4,46
47	2 700	37 000	4,57
55	2 200	45 500	4,66
60	2 100	47 600	4,68

Vp. Frl. Mül.

½	1 200 000	83	1,92
5	46 000	2 170	3,34
10	24 000	4 170	3,62
15	7 500	13 300	4,12
20	4 250	23 500	4,37
27	4 000	25 000	4,40
30	3 500	28 600	4,46
38	3 000	33 300	4,52
43	2 400	41 700	4,62
50	2 000	50 000	4,70
55	1 700	58 800	4,77
60	1 600	62 500	4,81

Vp. Schm.

½	400 000	250	2,40
5	65 000	1 540	3,19
9	18 000	5 550	3,74
15	7 000	14 300	4,16
23	5 000	20 000	4,30
26	4 000	25 000	4,40
33	3 000	33 300	4,52
38	2 500	40 000	4,60
45	2 600	38 500	4,58
50	2 400	41 700	4,62
55	2 200	45 500	4,66

Vp. Spa.

½	2 000 000	50	1,70
7	60 000	1 670	3,22
13	20 000	5 000	3,70
20	10 000	10 000	4,00
30	5 000	20 000	4,30
35	3 500	28 600	4,46
42	3 250	30 800	4,49
45	2 800	36 700	4,55
50	2 300	43 500	4,64
60	2 000	50 000	4,70

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
	Vp. Dit.		
½	200 000	500	2,70
5	80 000	1 250	3,10
10	5 000	20 000	4,30
15	3 250	30 800	4,49
20	2 000	50 000	4,70
27	1 800	55 600	4,75
32	1 550	64 500	4,81
37	1 400	71 400	4,85
45	1 450	69 000	4,84

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
	Vp. Kro.		
½	800 000	125	2,10
5	200 000	500	2,70
10	8 000	12 500	4,10
15	5 000	20 000	4,30
20	4 000	25 000	4,40
25	3 500	28 600	4,46
30	2 800	35 700	4,55
35	2 600	38 500	4,58
40	2 500	40 000	4,60
45	2 350	43 500	4,63
50	2 150	46 500	4,67
55	2 000	50 000	4,70
60	2 000	50 000	4,70

[Die Tabellen enthalten in Spalte 1 die Anzahl der verflossenen Minuten, nach denen jedesmal eine Schwellenbestimmung vorgenommen wurde; in Spalte 2 die Reizwerte, die einfach „in der Weise ermittelt wurden, indem man die an der Skala des Diaphragmas abgelesenen Zahlen der Blendenweite mit dem Verdunkelungswert der herausgezogenen Scheiben multipliziert (also mit 20, wenn nur eine Scheibe herausgezogen ist, mit 400, wenn 2, mit 8000, wenn alle 3 herausgezogen sind").[1] Berechnung von Spalte 3 und 4 vgl. weiter unten]

Um die Resultate besser miteinander vergleichen zu können, entsprach es einem dringenden Bedürfnis, eine kurvenmäfsige Darstellung der Versuchsergebnisse vorzunehmen, die jedoch nicht die Schwellenwerte nach der verflossenen Zeit, sondern zweckmäfsiger die mit fortschreitender Adaptierung zunehmende Empfindlichkeit zum Ausdruck zu bringen hatte. Unentschieden war es dabei anfangs für uns, welcher Art der graphischen Darstellung wir uns bedienen sollten, um die individuellen Unterschiede am anschaulichsten zeigen zu können.

Bei der Zuordnung von Reiz und Empfindung mufs zweierlei berücksichtigt werden: Der Begriff der Empfindlichkeit ist weder ein rein physikalischer noch ein rein psycho-

[1] W. A. Nagel a. a. O. S. 7.

logischer sondern greift über beide Gebiete hinüber. Wenn also Einheiten für die Empfindlichkeiten eingeführt werden sollen, so können diese entweder auf physikalischem oder auf psychologischem Gebiet als Empfindungsmafseinheiten festgelegt werden. Wählt man physikalische Mafseinheiten, drückt man also die Empfindlichkeit mit Hilfe der eben merklichen Reize aus, so ist klar, dafs die Empfindlichkeit proportional den Reizen gesetzt werden mufs. So entstehen die Kurven Pipers.[1] Bestimmt man dagegen die Einheiten auf psychologischem Gebiet, so mufs der Tatsache des Weberschen Gesetzes Rechnung getragen werden. Nach diesem sind die eben merklichen Zusatzreize proportional den Ausgangsreizen. Soweit man überhaupt ein unmittelbares Mafs der Empfindung, also Empfindungsmafseinheiten, zuläfst, mufs man demnach die ebenmerklichen Empfindungszuwüchse als gleich ansetzen. Gleiche Empfindungszuwüchse finden also dann statt, wenn diese proportional den Ausgangsreizen sind. Die Empfindungen wachsen also in arithmetischer Reihe, wenn die Reize in geometrischer zunehmen. Dieser Sachverhalt ist unabhängig von der — mehrfach gestreiften — Annahme, dafs die eben merkbaren Zuwüchse der Empfindung als gleich angesetzt werden; denn der Satz, dafs die Empfindungen in arithmetischer Reihe wachsen, wenn die Reize in geometrischer zunehmen, gilt für übermerkliche Empfindungszuwüchse wie für eben merkbare. Immerhin ist auch diese Bestimmung der Mafseinheiten auf eine hypothetische Annahme gegründet, nämlich auf die, dafs die unserm unmittelbaren Eindruck als gleich erscheinenden Empfindungen — hier Helligkeitsunterschiede — auch wirklich als gleiche Einheiten betrachtet werden dürfen. Das ist in vielen Untersuchungen geschehen und wird z. B. von H. Ebbinghaus als berechtigt angesehen, von v. Kries dagegen bestritten. Die Forderung dieser zweiten Mafsmethode ist erfüllt, wenn wir, wie es in den Bestschen[2] Kurven geschieht, die Empfindung gleich dem Logarithmus des reziproken Reizwertes setzen.

[1] H. Piper, Über Dunkeladaptation. *Z. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **31**, 1903.

[2] F. Best, Über Dunkeladaptation der Netzhaut. *Gräfes Arch.* **76**, 1910.

Jede der beiden Darstellungen besitzt gewisse Vorteile, die Definition $E = \frac{1}{R}$ vor allem die gröfsere Exaktheit und Hypothesenfreiheit. Die andere setzt eine bestimmte, nicht ganz allgemein als berechtigt anerkannte Hypothese voraus, besitzt dafür aber den Vorzug gröfserer psychologischer Anschaulichkeit. Beide Definitionen werden darum hier gebraucht werden. Wir geben überall da, wo es sich darum handelt, ein allgemeines Bild von der Empfindlichkeitszunahme und der Wertigkeit dieser zur Anschauung zu bringen, die Bestsche Darstellung wieder, wo es sich dagegen um die Mafsvergleichung der starken individuellen Unterschiede handelt, bedienen wir uns der Piperschen. Bei Berechnung der Empfindlichkeitswerte $E = \frac{1}{R}$ haben wir jedoch nicht in 1 sondern in 10^8 dividiert, um nicht mit zu schwerfälligen echten Brüchen zu tun zu haben. Diese Zahlen stehen in Spalte 3 unserer Tabellen. Die entsprechenden Bestschen Werte findet man dann leicht durch Aufsuchung des Logarithmus der Piperschen Empfindlichkeit. Wir bedienten uns hierbei des dekadischen Logarithmensystems. Es entspricht in diesem immer einer Zunahme der Piperschen Empfindlichkeit um das Doppelte ein Anwachsen des Logarithmus um 0,30. Berücksichtigt wurden überall nur 2 Dezimalstellen, da die übrigen praktisch keine Bedeutung haben (Spalte 4 der Tabellen). In der graphischen Darstellung sind als Abszissen die Minuten, nach denen wir fortlaufend die Schwellenbestimmungen vornahmen und als Ordinaten die Empfindlichkeitswerte eingetragen. Wir stellen in folgenden 4 Kurvenbildern jedesmal den Adaptationsverlauf von 2 integrierten Vpn. dem von 2 desintegrierten gegenüber, wobei die Empfindlichkeit einmal in der Piperschen und einmal in der Bestschen Weise definiert ist. In den Figuren 3 und 4 sind als integrierte Vpn. 2 Eidetiker und in den Kurvenbildern 5 und 6 2 Synästhetiker gewählt.

Die Bestschen Darstellungen veranschaulichen deutlich, dafs der allgemeine Adaptationsverlauf bei den unterschiedenen Typen der gleiche ist. Doch ist hinsichtlich des Ausmafses der Anpassung ein ganz erheblicher Unterschied nachweisbar, und zwar setzen die Kurven der integrierten Vpn. nicht nur

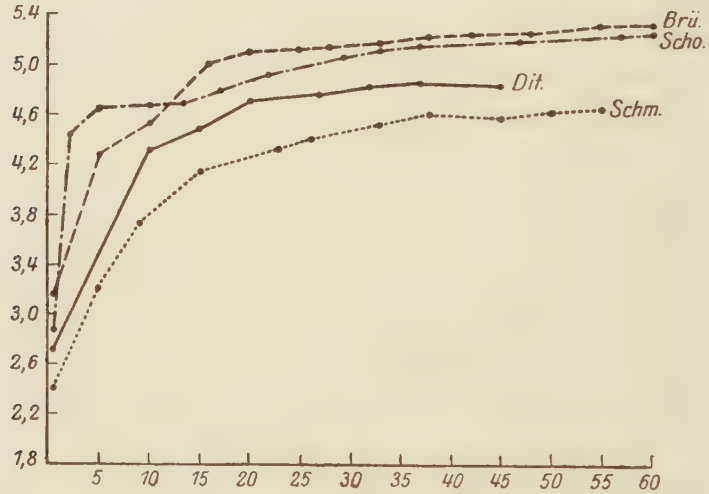
bedeutend höher ein, sondern behalten diese Differenz auch während ihres ganzen Verlaufs bei. Ein Bild von dem grofsen quantitativen Ausmafs bekommt man am besten durch Aus-

Pipersche Darstellung
Fig. 3

wertung der Piperschen Kurvenbilder. Vergleicht man die Ordinaten miteinander, so beträgt hiernach die Empfindlichkeit der integrierten Vpn. das 2—5fache der desintegrierten, ohne

dafs nach diesen ersten Untersuchungen ein abschliefsendes Urteil über das quantitative Ausmafs der Adaptation abgegeben werden soll. Eine grofse Störung bildeten bei den Synästhetikern, wie zu erwarten war, die spontan auftretenden subjektiven Phänomene, die der Dunkeladaptation entgegenwirken mufsten und ebenfalls teilweise einen frühzeitigen Abbruch der Beobachtung erforderlich machten.

Da wir mit gutem Grund annehmen können, dafs das integrierte Stadium eine jugendnormale Entwicklungsphase



Bestsche Darstellung

Fig. 4

ist, so lag es nahe, diese Untersuchungen jetzt an einer gröfseren Zahl von Jugendlichen durchzuführen ohne Rücksicht darauf, ob diese ausgesprochene Eidetiker waren oder nicht. Die eidetischen Erscheinungen sind ja nur ein besonders sinnfälliges Merkmal der Integration, die in einer gewissen jugendlichen Altersstufe auch dort vorhanden ist, wo manifeste eidetische Erscheinungen fehlen. Diese Versuche an Jugendlichen vorzunehmen, ist besonders auch darum wichtig, weil hierdurch eine psychophysiologische Erklärung der Transformationserscheinungen gegeben wird. Sollten diese vielleicht in einer besonderen und namentlich besonders ausgiebigen Adaptation in den Entwicklungsfrühphasen ihren Grund haben?

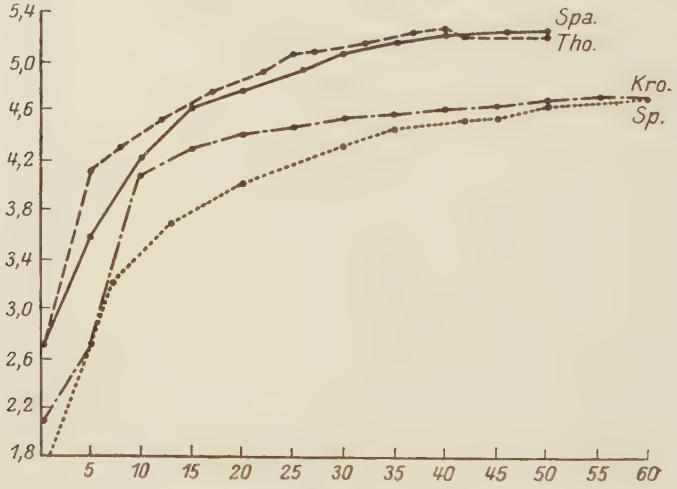
Die Frage wird schon durch die Arbeit von Feyerabend nahegelegt und sollte hier nun systematisch geprüft werden.

Aus diesem Grunde wurden in gleicher Weise jetzt 110 jugendliche Vpn. (57 männliche im Alter von 11—19 Jahren,

Pipersche Darstellung
Fig. 5

53 weibliche im Alter von 10—19 Jahren) untersucht. Anfangs zogen wir zu den Untersuchungen auch noch jüngere Kinder heran. Doch zeigte sich bald, dafs sich deren Aussagen oft als sehr unzuverlässig erwiesen, weil es einem grofsen Teil derselben unmöglich war, die Aufmerksamkeit nur auf den

schwachen Schimmer der Scheibe zu richten und nicht auf die sonst im Gesichtsfeld noch auftretenden subjektiven Farbempfindungen, die nach Angaben der Vpn. die Form von ruhigen oder vibrierenden Lichtwolken, unregelmäfsig hin- und hertanzenden Farbpunkten oder manchmal auch sich langsam durch das Blickfeld bewegenden Figuren hatten. Eine genauere Bestimmung der Art und des Ursprungs dieser sich bei uns als störend bemerkbar machenden Phänomene liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit. Es mufs mit der Möglichkeit gerechnet werden, dafs diese subjektiven optischen Erscheinungen bei Jugendlichen stärker ausgesprochen sind als bei



Bestsche Darstellung
Fig. 6

Erwachsenen. Hier bietet sich eine elementare Untersuchungsmöglichkeit der verschiedenen Variationen des integrierten Typus, die im Gebiete des höheren Seelenlebens von H. Thomas und H. Weber in Arbeiten des hiesigen Instituts methodisch ausgeführt wurden.

Längere Adaptationszeiten als eine Stunde wurden nicht gewählt, da einige Jugendliche schon vor Ablauf dieser Zeit auf die subjektiven Lichtphänomene so stark ansprachen, dafs Schwellenbestimmungen nur noch sehr schwer vorgenommen werden konnten und infolgedessen ungenau wurden. Einzelne jugendliche Synästhetiker hatten diese Erscheinungen sogar

bei ganz nebensächlichen Gehörsempfindungen, wie bei dem Rollen eines vorüberfahrenden Wagens, dem Bellen eines Hundes und überhaupt bei jedem Geräusch im Zimmer, wie bei dem Ticken der Taschenuhr oder dem leisen Scharren des Bleistifts, so daſs bei diesen schon nach kürzerer Zeit der Versuch abgebrochen werden muſste.

Ehe wir unsere Untersuchungsbefunde wiedergeben, möchten wir noch bemerken, daſs wir nur auf 2 Vpn. gestoſsen sind, die auf unsere Untersuchungen sehr schlecht ansprachen, wo also augenscheinlich irgendein Grad von Hemeralopie vorlag. Auf derartige pathologische Fälle stöſst man natürlich immer bei Massenuntersuchungen. Da es sich jedoch bei uns um die Erforschung einer normalen Anlage vom Standpunkt des Psychologen handelt, haben wir diese Anomalien nicht mit berücksichtigt. Bei den nicht emmetropen Jugendlichen, die sich jedoch unter unseren Untersuchungen nur ganz vereinzelt fanden, haben wir irgendeine Abnormität nicht bemerkt. Obwohl besonders bei Myopie eine Störung der Dunkeladaptation vorkommen kann[1], reagierten die von uns beobachteten Jugendlichen durchaus normal im Vergleich zu den übrigen derselben Altersstufe. Auch in einigen Fällen von Strabismus ergaben sich keine Abweichungen.

Die Aufzeichnungen des Adaptationsverlaufs von sämtlichen Vpn. hier zu veröffentlichen, dürfte sich wohl erübrigen. Wir beschränken uns daher darauf, in Tabelle II die arithmetischen Mittel der Empfindlichkeitswerte[2] nach Verlauf von jedesmal $^1/_4$ Stunde in den verschiedenen Lebensaltern für beide Geschlechter wiederzugeben.

Die Empfindlichkeitswerte trugen wir dann als Ordinaten, deren zugehörige Abszissen jedesmal die entsprechenden Altersstufen sind, in ein rechtwinkliges Koordinatensystem ein. Die Verbindungslinien der Schnittpunkte ergeben folgende Kurvenbilder (Fig. 7 u. 8):

---

[1] Stargardt, Über Störungen der Dunkeladaptation. *Gräfes Arch.* **73**, 1910.

[2] Da es sich hier lediglich darum handelt, die quantitativen Ausmaſse der Empfindlichkeit in den einzelnen Altersstufen miteinander zu vergleichen, gebrauchten wir die Piperschen Empfindlichkeitswerte.

Tabelle II

1. Männliche Jugendliche

Alter in Jahren	Anzahl der untersuchten Vpn.	Durchschnittliche Empfindlichkeiten ($E=\frac{10^8}{R}$) nach Daueradaptation von			
		$^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1 Stunde
11	8	19 400	51 900	64 600	101 000
12	7	37 600	91 600	162 000	233 000
13	8	43 300	118 000	183 000	267 000
14	6	15 600	66 800	82 200	105 000
15	7	21 500	53 600	71 200	101 000
16	8	20 100	47 100	62 200	84 000
17	6	13 800	35 000	49 200	61 000
18 u. 19	8	12 900	35 400	47 900	58 900

2. Weibliche Jugendliche

10	6	25 000	43 000	75 400	90 200
11	8	36 400	87 100	121 100	175 000
12	6	42 400	127 000	213 000	290 000
13	6	29 400	75 100	119 000	168 000
14	6	17 800	51 200	79 500	128 000
15	7	40 900	69 600	96 200	115 000
16	6	29 500	65 100	87 900	101 000
17	2	31 200	55 600	81 700	97 600
18 u. 19	6	16 700	47 400	70 000	88 400

1. Männliche Jugendliche

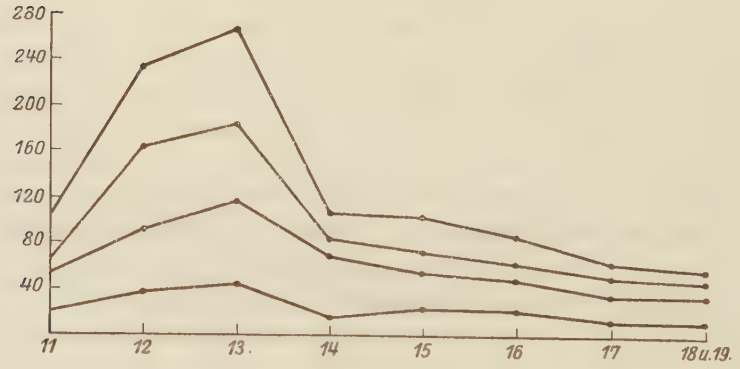


Fig. 7

Vor der Auswertung der Resultate gehen wir kurz auf einige Arbeiten ein, die sich bereits mit dem Einfluſs des Lebensalters auf die Daueradaptation beschäftigen. Daſs dieser Faktor für den Gang und die Gröſse der Dunkelanpassung

von Bedeutung ist, vermutet schon Tschermak[1], ohne jedoch systematische Untersuchungen darüber anzustellen. Hierfür sprechen auch die Ergebnisse, die Piper[2] an zwei 15 und 20 Jahre alten jugendlichen Personen erhalten konnte, indem diese über eine gröfsere Anpassungsfähigkeit verfügten als Erwachsene. Zu einem ganz anderen Schlufs kommt allerdings Wölfflin[3], der eine „ausgesprochene Beeinflussung der Adaptation durch das Lebensalter" bestreitet, wenn er auch zugibt, dafs vom 4. bzw. 5. Dezennium ab die Empfindlichkeitswerte leicht abnehmen, was er mit der allgemeinen Reizbarkeitsabnahme der

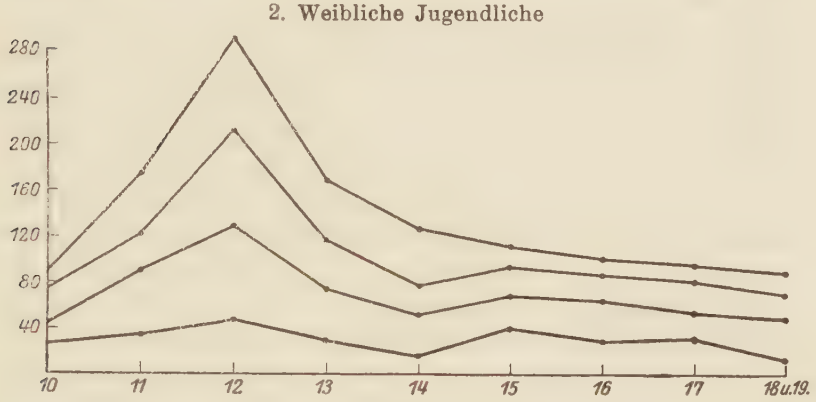


Fig. 8

physiologischen Funktionen im höheren Lebensalter erklärt. Der erste Teil des Satzes dürfte jedoch insofern nicht genug bewiesen sein, als Wölfflin nur Personen im Alter von 20 bis 70 Jahren untersuchte, jüngere aber überhaupt nicht. Für die von uns untersuchten Altersstufen sagt daher die Arbeit nichts aus. Cohen[4], der ebenfalls Untersuchungen über die Dunkelanpassung in den verschiedenen Lebensaltern anstellte, kam zu dem Ergebnis, dafs im 1. Dezennium sichere Resultate nicht zu erhalten

---

[1] *Pflügers Arch.* **82**, 1900.

[2] H. Piper, Über Dunkeladaptation. *Z. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **31**, 1903, S. 199.

[3] E. Wölfflin, Der Einfluſs des Lebensalters auf den Lichtsinn beim dunkeladaptierten Auge. *Pflügers Arch.* **61**, 1905, S. 524.

[4] C. Cohen, Über den Einfluſs des Lebensalters auf die Adaptation. *Klin. Monatsschr. f. Augenheilk.* **44**, I.

sind, eine Tatsache, die auch wir bestätigen konnten. Eine allmähliche Entwicklung ginge erst in den folgenden Dezennien vor sich. Doch scheinen bei Cohen aufser einigen kleineren Mängeln in der Untersuchungsmethode, wie besonders die Verschiedenheit der vorangegangenen Belichtung, die geringe Anzahl der untersuchten Personen (im ganzen 30, die sich auf sämtliche Dezennien verteilten) sehr das Resultat beeinflufst zu haben. Sodann dürfte aber die Art der angewandten Reizwertfestlegung zu sehr von Zufälligkeiten bezüglich der Auffassungsfähigkeit abhängen. Er zog nämlich das arithmetische Mittel zwischen den überschwelligen Reizen, gekennzeichnet durch den Augenblick, in welchem der Schimmer verschwindet und den unterschwelligen, bei denen also der dann sehr helle Schein wieder auftauchte. Über die Unzulässigkeit dieser Methode berichteten wir bereits oben. Eine an einer gröfseren Anzahl von Vpn. vorgenommene Untersuchungsreihe von Petuchowski[1] kam zu einem wesentlich anderen Ergebnis. Einmal stellte er ganz erhebliche individuelle Schwankungen innerhalb der einzelnen Dezennien fest, die am gröfsten waren in den ersten drei, dann aber lag das Maximum der Kurve, wenn nicht die Mittelwerte, sondern die absolut höchsten Endwerte eingetragen wurden, wie auch wir es taten, im 2. Dezennium, während die Resultate bei Eintragung der arithmetischen Mittel, was Petuchowski als sein Hauptergebnis ansah, mit Cohens Ergebnissen in Einklang standen. Alle diese bisherigen Untersuchnngen hatten jedoch nur den Zweck nachzuprüfen, ob das allgemeine Abnehmen physiologischer Funktionen des Organismus mit zunehmendem Alter auch Einfluſs auf die Adaptationsfähigkeit habe. Der Grund wurde dann entweder in der Einbufse der Netzhautempfindlichkeit gesucht oder auf physikalische Ursachen, wie Verengerung der Pupille oder Gelbfärbung der Linse im höheren Alter, zurückgeführt.

Die von uns ausgeführten systematischen Untersuchungen über das Dämmerungssehen im Jugendalter dürften daher einen wichtigen Beitrag zur Theorie der Hell-Dunkeladaptation überhaupt geliefert haben. Mit dem Nachweis der gesteigerten

[1] A. Petuchowski, Über die individuellen Schwankungen und den Einfluſs des Lebensalters auf das Dämmerungssehen. Berliner Diss. 1911.

Anpassungsvorgänge bei Jugendlichen werden die bisherigen Vorstellungen der Psychophysik darüber erweitert und ergänzt. Nach unseren Kurven ist die Adaptationsfähigkeit, sowohl Schnelligkeit der Anpassung, — was die je $^1/_4$ Stunde auseinander liegenden Kurven veranschaulichen —, als auch der Grad derselben am gröfsten bei männlichen Jugendlichen im Alter von 12 und 13 Jahren und bei weiblichen im Alter von 12 Jahren und nimmt von da an allmählich ab. Wir fanden, dafs die Empfindlichkeit bei männlichen Vpn. nach einstündiger Adaptationszeit (in der Piperschen Ausdrucksweise) im eidetischen Alter etwa das 4fache wie bei Erwachsenen beträgt, während die Empfindlichkeit bei weiblichen Vpn. in der Zeit vom 12. bis zum 18. Jahre nur etwa auf $^1/_3$ sinkt. Es ist jedoch anzunehmen, dafs die durchschnittliche Empfindlichkeit im eidetischen Alter eine noch höhere ist. Wir konnten nämlich mit stärkeren Eidetikern überhaupt keine Versuche ausführen, da es sich in einigen Fällen herausstellte, dafs die Scheibe überhaupt nicht aus dem Gesichtsfeld verschwand, auch wenn das Reizlicht bereits 5 Minuten und länger ausgeschaltet war, sondern als Anschauungsbild noch haften blieb.

Diese Resultate fügen sich aufs beste dem ganzen Untersuchungskreis des hiesigen Instituts ein. Das Alter, in dem die Kurven ihr Maximum erreichen, ist gerade dasjenige, in dem sich die eidetische Jugendanlage in gröfster Ausprägung vorfand, während sie nach der Pubertät mehr oder weniger schnell im Abnehmen begriffen ist. Doch fanden sich bis weit in das Jünglingsalter hinein zum wenigsten noch gesteigerte Nachbilder. Wir verweisen hier besonders auf die neuerdings angestellten Nachbilduntersuchungen Schmüllings.[1]

Dafs in einzelnen Untersuchungsreihen über das eidetische Jugendalter der Höhepunkt dieser Periode bereits früher als bei uns angegeben wird, dürfte keine unaufhebbare Unstimmigkeit zwischen der vorliegenden Arbeit und anderen Abhandlungen sein. Es spielt bei all diesen Untersuchungen nämlich ein sehr wesentlicher Faktor mit: das verschiedene Schülermaterial. Dafs ganz allgemein das physische Wachstum des

[1] W. Schmülling, Aufdeckung latenter eidetischer Phänomene und des integrierten Typus mit der Intermittenzmethode. Marb. Diss. 1927.

Kindes zurückwirkt auf die Entwicklung der psychischen Funktionen, wird wohl kaum noch bezweifelt. Zusammenfassend berichtete darüber Claparède.[1] Ferner dürfte die soziale Stellung der Eltern gar nicht unwesentlich der körperlichen und damit auch der geistigen und psychischen Entwicklung des Kindes ihren Stempel aufprägen.[2] Berücksichtigt man jetzt, dafs diese sozialen Unterschiede wohl kaum gröfser als gerade in der augenblicklichen Zeit sind, so lag es nahe nachzuprüfen, ob dieser Faktor nicht auch in unseren Ergebnissen sich widerspiegelt.

Fast unsere sämtlichen Vpn. bis zum 14. Lebensjahr wurden der Marburger Nordschule entnommen. Unter den hiesigen Schulen enthält nun die Nordschule ein ungünstiger situiertes Schülermaterial als die Südschule und erst recht als die höheren Schulen. Wir nahmen daher noch eine kleine Nachprüfung der Versuchsergebnisse an vier 13 jährigen Schülern des hiesigen Realgymnasiums vor, die ganz willkürlich herausgegriffen wurden.

Das Resultat gibt Tabelle III wieder.

Tabelle III

Georg Gre. 13 J. 1 M.				Ludwig Re. 13 J. 7 M.			
Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	160 000	625	2,81	½	200 000	500	2,70
5	10 000	10 000	4,00	5	100 000	1 000	3,00
10	8 000	12 500	4,10	10	20 000	5 000	3,70
15	5 000	20 000	4,30	15	12 000	8 300	3,92
20	3 750	26 700	4,43	20	7 000	14 300	4,16
25	2 700	37 000	4,57	25	3 500	28 600	4,46
30	2 100	47 600	4,68	30	2 600	38 500	4,58
35	1 300	76 900	4,89	35	2 300	43 500	4,64
40	950	105 000	5,02	40	1 700	58 800	4,77
45	1 000	100 000	5,00	45	1 400	71 400	4,85
50	780	128 000	5,11	55	1 200	83 300	4,92
60	750	133 000	5,12	60	1 100	90 900	4,96

[1] E. Claparède, Kinderpsychologie und experimentelle Pädagogik. Leipzig 1911. S. 115 ff.

[2] Vgl. E. Meumann, Vorlesungen zur Einführung in die experimentelle Pädagogik I. Bd. Leipzig 1911. S. 89.

Ludwig Ot. 13 J. 10 M.				Helmut Schü. 13 J. 5 M.			
Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	80 000	1 250	3,10	½	180 000	555	2,74
5	8 000	12 500	4,10	5	46 000	2 170	3,34
10	7 000	14 300	4,16	10	20 000	5 000	3,70
15	5 500	18 200	4,26	15	14 000	7 140	3,85
20	1 900	52 600	4,72	20	5 500	18 200	4,26
25	1 300	76 900	4,89	25	3 000	33 300	4,52
30	1 050	95 200	4,98	30	2 400	41 700	4,62
35	800	125 000	5,10	35	2 200	45 500	4,66
40	780	128 000	5,11	40	1 600	62 500	4,80
45	690	145 000	5,16	45	1 300	76 900	4,89
50	680	147 000	5,17	50	1 200	83 300	4,92
55	670	149 000	5,17	55	1 050	95 200	4,98
60	650	154 000	5,19	60	980	102 000	5,01

Wir fanden hier bei keinem die hohen Adaptationswerte wieder, die wir bei den 13jährigen Volksschülern feststellten, sondern etwa die Reaktionen der 14jährigen Schüler unserer grofsen Untersuchungsreihe. Das besser situierte Schülermaterial verhält sich also anscheinend so wie die von uns untersuchten weniger gut situierten Kinder, wenn letztere um 1 Jahr älter sind. Andererseits verhalten sich die Vpn. der erwähnten anderen Untersuchungen, die vornehmlich an Schülern der Südschule vorgenommen wurden, also gleichfalls an besser situierten, in dieser Weise. Natürlich haben all die vorstehenden Erwägungen an dieser Stelle nur andeutenden Charakter. Es kam uns in dieser Arbeit in erster Linie darauf an festzustellen, ob im eidetischen Alter tatsächlich eine höhere Empfindlichkeit bei Dunkeladaptation anzutreffen sei. Hier dürfte sich jedoch eine Fragestellung zu einer neuen Untersuchung ergeben, die sich mit der Beeinflussung der Adaptationsvorgänge durch Unterricht, Erziehung, physisches Wachstum, soziale Stellung der Eltern und vielleicht noch durch andere Faktoren, die wir bis jetzt nicht zu sehen vermochten, ergeben. Doch wird man nach diesen kurzen mehr theoretischen Betrachtungen schon annehmen können, dafs die hier gefundenen nur für unser Resultat sprechenden Abweichungen zu irgendwelchen Streitfragen keinen Anlafs geben.

Auch auf einige kleine Unregelmäfsigkeiten der Kurven

braucht wohl nicht näher eingegangen zu werden, weil diese für die Bedeutung des Gesamtresultates gänzlich unwesentlich sind Ob die Einschnitte, die sich im Alter von 14 Jahren bemerkbar machen, sich lediglich durch Zufälligkeiten erklären oder als charakteristische zu bezeichnen sind, darüber könnten erst Massenuntersuchungen speziell über dieses Alter Aufklärung bringen.

4. Nachprüfung des Resultates unter Ausschlufs des Pupillenreflexes

Die Adaptation unseres Auges an verschiedene Beleuchtung geschieht auf doppelte Weise, nämlich durch Anpassung der Netzhaut und durch den Pupillarreflex. Sämtliche bisherigen Untersuchungen der Arbeit beschäftigten sich mit der Gesamtadaptation des jugendlichen Sehapparates. Berücksichtigt man jedoch, dafs sich Jugendliche im allgemeinen durch eine etwas gröfsere Pupille auszeichnen als Erwachsene und dafs auch das Pupillenspiel bei jenen ein ausgiebigeres ist (vgl. die aus dem hiesigen Institut hervorgegangene Arbeit von C. Köhler[1]), so könnte man geneigt sein, die gesteigerten Adaptationserscheinungen der Jugendlichen auf eine stärkere Pupillenreaktion zurückzuführen. Dafs dieser Umstand natürlich eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt, stand für uns ohne weiteres fest. Zu untersuchen war nur noch, ob diese somatische Funktion, die jedoch im Jugendalter bereits eine innige Verknüpfung mit der psychischen Sphäre besitzt, allein für die gefundenen Phänomene verantwortlich gemacht werden konnte. Um hierüber Sicherheit zu erlangen, ergab sich für uns als weitere Aufgabe, eine Nachprüfung des Resultates durch Ausschlufs des Pupillarreflexes vorzunehmen. Zu diesem Zwecke mufste es unser Bestreben sein, entweder die Pupille während des ganzen Versuchsganges konstant zu erhalten oder durch eine künstliche Blende die Lichtaufnahme zu regeln, also für sämtliche Vpn. die gleichen Vorbedingungen zu schaffen. Eine Pupillenstarre wird von

[1] C. Köhler, Das Verhalten des Pupillenreflexes und die psychophysische Integration der Jugendlichen und des „integrierten Menschentypus". Marb. Diss. 1925.

Ophthalmologen gewöhnlich durch Lähmung des Sphinkters mit irgendeinem pupillenerweiternden Medikament, meistens Atropin, erzeugt. Davon mufsten wir jedoch bei unserm nicht klinischen Material Abstand nehmen, da besonders bei einem sich in der Entwicklung befindenden Auge sehr leicht Störungen des Sehorgans dadurch entstehen können. Aufserdem mufs man zu der Annahme neigen, dafs bei den einzelnen Vpn. infolge der individuellen Verschiedenheit der maximalen Pupillengröfse auch bei der Erweiterung immer noch subjektive Differenzen vorhanden sein werden. Höchstwahrscheinlich wird die Vergröfserung im Jugendalter am beträchtlichsten sein.

Es kam daher für uns nur die Anwendung einer künstlichen Blende in Frage. Fast ohne jede Fehlerquelle würde man jetzt arbeiten können, wenn es möglich wäre, eine solche direkt auf den Augapfel zu legen. Da aber die sehr empfindlichen Augenpartien besonders für eine Daueradaptation eine derartige Vorrichtung nicht zulassen, war die Anbringung einer künstlichen Blende auf der Hornhaut nicht durchführbar. Es blieb uns daher nur als einzige Möglichkeit, eine brillenartige Anordnung mit nur kleiner Sehöffnung vor das Auge zu bringen. Dabei mufste jedoch immer die Entfernung dieser von der Iris so grofs sein, dafs eine Berührung mit den Wimperhärchen soeben nicht mehr erfolgen konnte. Wollte man wie bisher jetzt eine solche Vorrichtung für eine binokulare Betrachtung anwenden, so wäre peinlichste Sorgfalt auf den Abstand der Blendenöffnungen voneinander zu legen, wobei sich jedoch zu leicht ein Fehler einschleicht. Zur Erzielung einer möglichst angenäherten Exaktheit liefsen wir bei folgenden Untersuchungen deshalb monokular beobachten. Wir überklebten, um dies zu erreichen, die eine Seite einer gläserlosen Brille mit sehr hohem Nasenbügel — so dafs diese also dem Auge so nahe als möglich gebracht war — gänzlich und auch die andere Seite bis auf eine kleine Öffnung von 4 mm Durchmesser. Diese konnte, da der Pupillenabstand nicht bei allen Vpn. derselbe ist, verschoben werden, so dafs bei genau geradeaus gerichtetem Blick der kreisförmige Ausschnitt des Gesichtsfeldes konzentrisch zur Fovea centralis abgebildet werden mufste. Der Zweck dieser Anordnung ist natürlich leicht zu erkennen als derjenige, die bei Kindern infolge der gröfseren

Pupille noch eintretenden Randstrahlen abzufangen. Ein geringer Fehler liefs sich jedoch nicht vermeiden, ohne dafs dieser jedoch unsere Ergebnisse nachteilig beeinflussen könnte. Da die Höhe des Nasenrückens und ebenfalls das Hervorstehen oder Zurückliegen der Augen von individuellen Verschiedenheiten abhängt, war der Abstand der Blende von der Regenbogenhaut nicht immer derselbe. Bei unsern Versuchen handelte es sich jedoch ausschliefslich darum, die Pupillendifferenzen zwischen Erwachsenen und Kindern auszuschliefsen. Im allgemeinen ist es nun wohl so, dafs bei Jugendlichen die Augen eher etwas mehr hervorstehen, was bekanntlich ja auch als ein Kriterium zur Erkennung von Eidetikern mitverwandt wurde. Ferner dürfte meistens auch der Nasenrücken bei Kindern niedriger sein als bei Erwachsenen. Wenn daher bei unseren jugendlichen Vpn. der Abstand zwischen Auge und Blende durchweg ein geringerer war als bei Erwachsenen, so konnte also auch die noch freigelassene Pupillenöffnung dort höchstens eine kleinere sein. Unter Berücksichtigung des maximal gemessenen Abstandes bei einem Erwachsenen von 1 cm errechnet sich nach folgender Skizze (Figur 9) die von Licht bestrahlte Pupillenweite leicht auf etwa 5,7 mm.

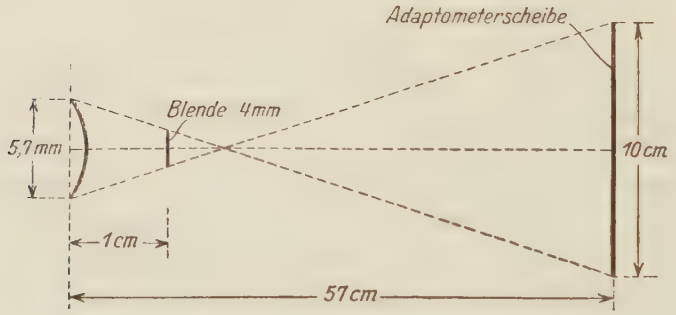


Fig. 9

Bei unseren Jugendlichen kann der kreisförmige belichtete Teil des Auges also nur einen kleineren Durchmesser gehabt haben.

Wir untersuchten jetzt in gleicher Weise wie früher die Adaptierung von desintegrierten Erwachsenen im Vergleich zu der von Jugendlichen und geben in folgender Tabelle die bei

den erwachsenen Vpn. Mro., Kra. und Dr. Ri. und bei den jugendlichen E. Sto., J. Kl. und Walter Cl. erhaltenen Resultate wieder:

Tabelle IV

1. Erwachsene

Vp. Mro.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	1 200 000	83	1,92
6	100 000	1 000	3,00
9	60 000	1 670	3,22
14	40 000	2 500	3,40
19	34 000	2 940	3,47
25	24 000	4 170	3,62
29	16 000	6 250	3,80
34	10 000	10 000	4,00
45	10 000	10 000	4,00
47	9 000	11 100	4,05
53	7 750	12 900	4,11
57	7 750	12 900	4,11

Vp. Kra.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	1 300 000	77	1,89
6	240 000	416	2,62
8	130 000	769	2,89
15	90 000	1 110	3,05
20	54 000	1 850	3,27
26	42 000	2 380	3,38
30	32 000	3 130	3,49
34	24 000	4 170	3,62
40	20 000	5 000	3,70
45	18 000	5 560	3,74

Vp. Dr. Ri.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	2 800 000	36	1,56
5	200 000	500	2,70
11	80 000	1 250	3,10
17	46 000	2 170	3,34
22	26 000	3 850	3,59
28	22 000	4 550	3,66
34	20 000	5 000	3,70
37	18 000	5 560	3,74
44	14 000	7 140	3,85
49	14 000	7 140	3,85
54	14 000	7 140	3,85
59	12 000	8 330	3,92

2. Jugendliche

Elisabeth Sto. 11 J. 11 M.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70
7	50 000	2 000	3,30
12	24 000	4 170	3,62
17	7 000	14 200	4,16
25	5 250	19 000	4,28
30	3 500	28 600	4,46
39	3 250	30 800	4,49
46	3 000	33 300	4,52
50	2 800	35 800	4,55
57	2 700	37 000	4,57

Justus Kl. 10 J. 4 M.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	100 000	1 000	3,00
7	18 000	5 560	3,74
12	16 000	6 250	3,80
20	14 000	7 140	3,85
22	7 000	14 300	4,16
30	5 000	20 000	4,30
37	4 500	22 200	4,35
45	4 000	25 000	4,40
47	3 500	28 600	4,46
51	3 400	29 400	4,47
55	3 300	30 300	4,48
60	3 250	30 800	4,49

Walter Cl. 11 J. 10 M.

Nach Verlauf v. Min.	Reiz-wert	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	160 000	625	2,80
5	80 000	1 250	3,10
11	40 000	2 500	3,40
15	14 000	7 140	3,85
23	6 000	16 700	4,22
27	5 500	18 200	4,26
35	4 500	22 200	4,35
38	3 750	26 700	4,43
43	3 000	33 300	4,52
46	3 000	33 300	4,52

Auch hier dürfte das Resultat am instruktivsten durch eine kurvenmäfsige Veranschaulichung werden. Wir stellen daher die Anpassung der 3 Jugendlichen der der 3 Erwachsenen unter Anwendung sowohl der Piperschen als auch der Bestschen Empfindlichkeitsbestimmung gegenüber (Fig. 10 u. Fig. 11).

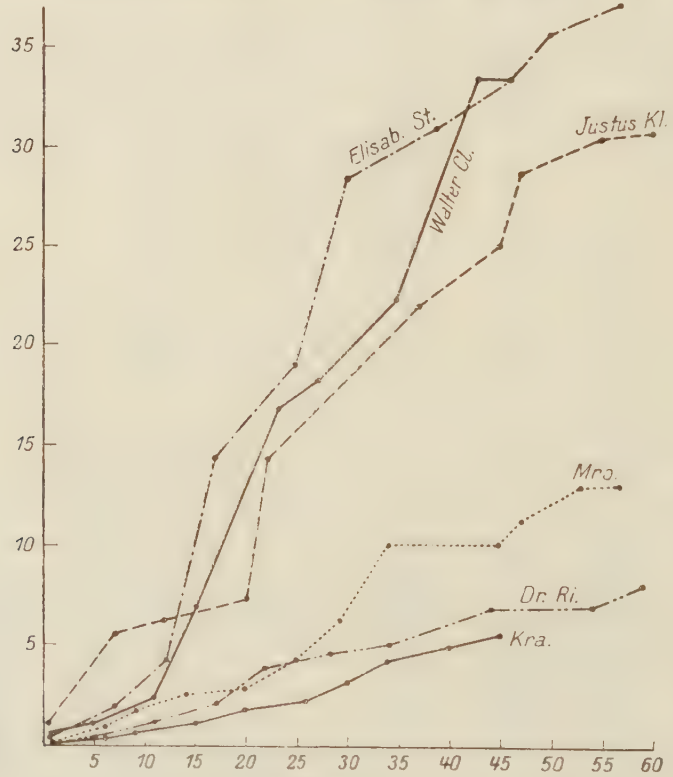


Fig. 10

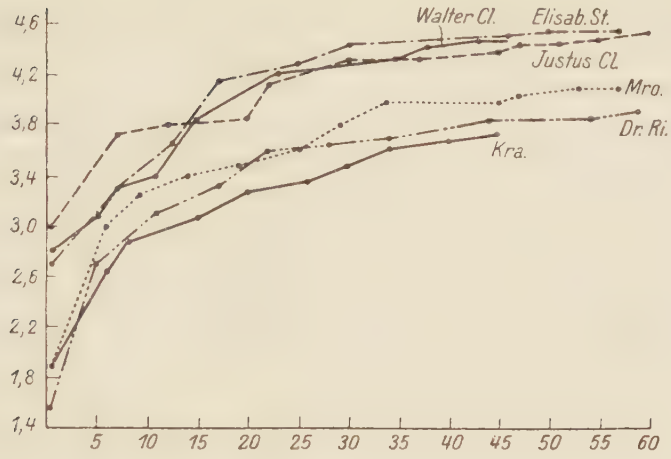


Fig. 11

Dafs wir natürlich nicht so hohe Empfindlichkeitswerte wie früher erhielten, liegt einmal an der monokularen Beobachtung und dann an der geringen konstanten Sehöffnung, so dafs eine Adaptation durch Pupillenänderung ausgeschlossen wird. Wir finden jedoch auch hier sowohl qualitativ als auch quantitativ analoge Differenzen zwischen Jugendlichen und Erwachsenen wie bei unsern früheren Untersuchungen, wenn auch das quantitative Ausmafs, von Beginn bis zu Ende der Untersuchung gerechnet, vielleicht ein etwas geringeres ist. Es dürfte also durch die obigen Versuche bewiesen sein, dafs die gesteigerten Adaptationserscheinungen der Jugendlichen nur zum kleinsten Teil auf einer Wirkung des Pupillarreflexes beruhen, sondern in erster Linie als Adaptationserscheinungen im engeren Sinne anzusprechen sind. Bereits bei den Nachbilduntersuchungen, wozu auch die zu gleicher Zeit mit unserer Versuchsreihe ausgeführte Arbeit von Schmülling noch einen wichtigen Beitrag geliefert haben dürfte, zeigte es sich, dafs diese am ausgeprägtesten auftreten in der eidetischen Entwicklungsphase. So wurde hier eine 4—5fach längere Dauer dieser Erscheinungen als bei Erwachsenen festgestellt. Nun sind die Nachbilder ja auch eine Art Adaptation, wenn auch nur in einem begrenzten Teil des Gesichtsfeldes. Auch die Adaptation haben wir uns ja so zu denken, dafs durch das

Bestehen des ursprünglich im Auge angeregten Prozesses der antagonistische Prozefs wachgerufen wird. Wenn wir also bei unsern Daueradaptationsuntersuchungen bei Jugendlichen auf ein analoges quantitatives Ausmafs im Vergleich zu Durchschnittserwachsenen stofsen, so fügt sich dieses Ergebnis ganz ungezwungen allen bisherigen Resultaten über die erhöhte Empfindlichkeit im Jugendalter ein. Diese gesteigerte Erregbarkeit kann sich anscheinend bei Eidetikern u. U. in der gesamten optischen Sphäre finden. So erzählte uns die stark eidetische Vp. Sch., dafs die hellen Landschaften Italiens in einer solchen Stärke auf sie gewirkt hätten, dafs es ihr tagelang nicht möglich gewesen wäre, ohne Tragen einer blauen Brille die Wanderung fortzusetzen.

Mit unseren Ergebnissen dürften ferner in gutem Einklang die Untersuchungen am Vogelauge von Honigmann[1] sein. Bekanntlich ist der Gesichtssinn der Hühner besonders gut ausgebildet, so dafs sie bei Untersuchungen des optischen Sektors bei Tieren sehr oft gewählt werden. Honigmann konnte nun an jungen Hähnen nach Eintritt der Geschlechtsreife eine sehr erhebliche Abnahme der Adaptierung für kurze Strahlen, für die ja das dunkeladaptierte Auge das Maximum der Empfindlichkeit besitzt, nachweisen. Wie weit die erhöhte Anspruchsfähigkeit sich auch noch über die anderen Sinnesgebiete ausdehnt, darüber können erst künftige Untersuchungen Aufklärung bringen. Doch ist die bessere Anpassungsfähigkeit des jugendlichen Menschen in körperlicher und geistiger Hinsicht bereits eine bekannte Tatsache.

Die von uns weiterhin festgestellte im allgemeinen gröfsere Empfindlichkeit im Dämmerungssehen bei weiblichen Vpn. dürfte in hervorragender Weise mit den an diesen vorgenommenen eidetischen Untersuchungen übereinstimmen. Bei den letzten zeigte sich nämlich, dafs ein weitaus gröfserer Teil als bei männlichen Vpn. diese Jugendanlage nie verliert, und dafs sich überhaupt ein mehr oder weniger starker Einschlag des integrierten Typus bei fast allen weiblichen Vpn. feststellen liefs.

Hinweisen möchten wir an dieser Stelle auch noch auf folgende interessanten Feststellungen. Da für Schmüllings

[1] a. a. O. S. 62.

und unsere Versuche manchmal dieselben Vpn. verwandt wurden, sagte Schmülling des öfteren, wenn er seine Untersuchungen über die latente eidetische Anlage und die darin hervortetende Integration abgeschlossen hatte, seine Annahme über die Schwellenempfindlichkeit bei Dunkeladaptation, die sich in fast allen Fällen auch annähernd bestätigte. Andererseits konnten wir nach unseren Ergebnissen, wenn die Vp. zum ersten Mal im Institut war, eine Voraussage über den Grad der Integration machen, und auch diese bestätigte sich so gut wie ausnahmslos. Die Feststellungen über Schwellenempfindlichkeit bei Daueradaptation könnten daher als eine neue Methode zur Feststellung von integrierten Typen angewandt werden.

5. Nachweis der Abhängigkeit der Adaptationsvorgänge im Jugendalter von zentralen Faktoren („integrierte Adaptation")

Um nun auch den zweiten scheinbaren Widerspruch aufzuklären, mufste eine weitere Versuchsreihe durchgeführt werden, die die Abhängigkeit der Dunkeladaptation von psychischen Faktoren nachzuprüfen hatte.

Jahrelange Untersuchungen über das eidetische Jugendalter bestätigten das Hauptmerkmal dieser Entwicklungsphase, dafs sowohl psychische als auch physiologische Funktionen, die im späteren Leben unabhängig voneinander auftreten, hier eine innige Verknüpfung mit- und untereinander zeigen. In der lebhaften Mimik und Motorik finden gewissermafsen seelische Regungen ihren sprechenden Ausdruck in somatischen Funktionen. Diese gegenseitige Durchdringung von Elementen der psychischen und physiologischen Sphäre wird in den Arbeiten des Instituts psychophysische „Integration" genannt zum Unterschied von der bei Erwachsenen stattgefundenen „Differenzierung".

Einen sehr wertvollen Beitrag für diese Theorie dürfte die Arbeit von C. Köhler gebracht haben. So konnte dieser eine Beeinflussung der Pupillengröfse, die bisher nur als von peripheren Faktoren abhängig betrachtet wurde, durch psychische Vorgänge feststellen. Wie die hier untersuchten Adaptationserscheinungen, so sind auch die Pupillenbewegungen An-

passungserscheinungen unseres Auges an die wechselnden Licht- und Helligkeitsverhältnisse. Nachdem sich nun gezeigt hatte, dafs die Adaptationserscheinungen der Pupille bei Integrierten von dem Verhalten der Vorstellungen nicht ganz unabhängig sind, lag es nahe, die entsprechende Frage auch für die Daueradaptationsvorgänge aufzuwerfen.

Wir gingen dabei von folgenden Gesichtspunkten aus: In der eidetischen Entwicklungsphase kommt es vor, dafs die Vorstellungen von Jugendlichen Empfindungscharakter besitzen und dadurch den Wahrnehmungen sehr nahe kommen können. Da der Gang der Adaptierung durch eine nicht völlige Dunkelheit gestört wird, drängte sich unwillkürlich die Frage auf nachzuprüfen, ob nicht auch bei eidetischen Jugendlichen eine Beeinflussung des Adaptationsvorgangs durch lebhafte Vorstellungen möglich ist.

Als Versuchsanordnung diente dieselbe wie früher. Nachdem nach Verdunkelung des Zimmers die Schwellenbestimmung zum zweiten Mal vorgenommen war, wurde die Scheibe wieder wesentlich aufgehellt, so dafs die Vp. sie wieder gut erkennen konnte. Nun erhielt diese die Weisung, sich den Raum so vorzustellen, als ob er hell erleuchtet wäre. Hierauf wurde eine neue Schwellenbestimmung angestellt. Diese doppelte Festlegung von Reizschwellen wurde in Zeitintervallen von je 3—12 Minuten wiederholt. Es ergab sich dabei folgendes:

Bei allen Vpn., die keine Anschauungsbilder, sondern nur reine Vorstellungen hatten, zeigte sich bei der jedesmaligen 2. Bestimmung, die höchstens in einem Zeitraum von 30 Sekunden später erfolgte, kein wesentlicher Unterschied von der ersten, höchstens eine geringe Empfindlichkeitszunahme. Es konnte hier also von einer Beeinflussung der Adaptierung durch Vorstellungen nichts bemerkt werden. Aus diesem Grunde sind auch Schwellennotierungen dieser Vpn. hier nicht wiedergegeben. Setzten sich jedoch die Vorstellungen in Anschauungsbilder um, wie es bei einem Teil der Jugendlichen geschah, so ergab sich bei der 2. Schwellenbestimmung immer eine Empfindlichkeitsabnahme. Bemerkt werden mufs noch, dafs es den Vpn. eingeschärft wurde, sich nur die Helligkeit des Zimmers, also die Umgebung des Adaptometers, nicht aber die bei Lampenbeleuchtung rein weifs aussehende Scheibe

vorzustellen und dabei auf das allmähliche Verschwinden des sich vor ihnen befindlichen Lichtflecks zu achten. Diese Anweisung erwies sich als erforderlich, da es sich bei einigen Versuchen an starken Eidetikern ergab, dafs bei Vorstellung auch des Apparates überhaupt keine Schwellenbestimmungen mehr möglich waren, weil nämlich das Anschauungsbild der hellen Scheibe sich vor das Reizlicht legte. In den folgenden Tabellen gibt die Spalte 2 die 1. Notierung, also den Verlauf der normalen Dunkeladaptierung wieder, während in der 5. Spalte die Werte bei Vorstellung des hellen Zimmers aufgezeichnet wurden. Die übrigen Spalten sind nach der früher bereits gegebenen Erklärung ohne weiteres verständlich.

Tabelle V

1. Erwachsene Eidetiker

Dr. Li.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert bei gewöhnlicher Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Reizwert bei integrierter Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	135 000	741	2,87			
5	30 000	3 330	3,52	60 000	1 670	3,22
10	10 000	10 000	4,00	50 000	2 000	3,30
15	3 500	28 600	4,46	6 500	15 400	4,19
20	1 300	76 900	4,89	4 000	25 000	4,40
25	1 000	100 000	5,00	2 500	40 000	4,60
30	950	105 000	5,02	2 600	38 500	4,58
35	900	111 000	5,05	2 400	41 700	4,62
40	800	125 000	5,10	2 500	40 000	4,60
45	700	143 000	5,16	3 000	33 300	4,52
			Frl. Hen.			
½	200 000	500	2,70			
9	20 000	5 000	3,70	65 000	1 540	3,19
13	6 000	16 700	4,22	10 000	10 000	4,00
20	2 400	41 700	4,62	6 750	17 400	4,24
25	1 700	58 800	4,77	4 500	22 200	4,35
30	1 100	90 900	4,96	3 250	30 800	4,49
35	700	143 000	5,16	3 000	33 300	4,52
40	500	200 000	5,30	2 400	41 700	4,62
45	470	213 000	5,33	2 200	45 500	4,66

abgebrochen, da wegen der starken subjektiven Farb- und Lichtempfindungen weitere Schwellenbestimmungen unmöglich waren.

Frl. Brü.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert bei gewöhnlicher Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Reizwert bei integrierter Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70			
5	100 000	1 000	3,00	160 000	625	2,80
10	20 000	5 000	3,70	80 000	1 250	3,10
15	10 000	10 000	4,00	54 000	1 850	3,27
20	3 250	30 800	4,49	8 000	12 500	4,10
25	2 300	43 500	4,64	7 000	14 300	4,16
30	1 700	58 800	4,77	5 250	19 000	4,28
35	1 000	100 000	5,00	5 000	20 000	4,30

Frl. Sou.

½	200 000	500	2,70			
5	42 000	2 380	3,38	60 000	1 670	3,22
10	10 000	10 000	4,00	14 000	7 140	3,86
15	6 000	16 700	4,22	8 000	12 500	4,10
20	3 250	30 800	4,49	4 000	25 000	4,40
25	2 800	35 800	4,55	3 250	30 800	4,49
30	1 700	58 800	4,77	2 000	50 000	4,70
35	1 550	64 500	4,81	1 750	57 000	4,76
40	1 050	95 200	4,98	1 350	74 000	4,87
45	820	122 000	5,09	1 200	83 000	4,92
50	750	133 000	5,12	1 250	80 000	4,90
55	720	139 000	5,14	1 200	83 000	4,92
60	700	143 000	5,16	1 150	87 000	4,94

Wilhelm Heinrich Tö. 10 J. 10 M.

½	800 000	125	2,10			
5	14 000	7 140	3,85	60 000	1 670	3,22
10	8 000	12 500	4,10	20 000	5 000	3,70
18	4 000	25 000	4,40	6 750	14 800	4,17
22	2 100	47 600	4,68	3 750	26 700	4,43
26	1 950	51 300	4,71	3 500	28 600	4,46
31	1 400	71 400	4,85	2 700	37 000	4,57
36	1 150	87 000	4,94	2 100	47 600	4,68
41	750	105 000	5,02	1 550	64 500	4,81
50	690	145 000	5,16	1 200	83 300	4,92

Hermann Pie. 12 J.

½	600 000	166	2,22			
5	85 000	1 180	3,07	120 000	833	2,92
10	3 250	30 800	4,49	4 000	25 000	4,40
15	1 400	71 400	4,85	2 100	47 600	4,68
20	1 050	95 000	4,98	1 550	64 500	4,81
25	730	137 000	5,14	1 000	100 000	5,00
30	620	161 000	5,21	800	125 000	5,10
35	540	185 000	5,27	680	147 000	5,16

Gertrud Hie. 13 J.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert bei gewöhnlicher Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Reizwert bei integrierter Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	200 000	500	2,70			
5	40 000	9 250	3,40	80 000	1 250	3,10
10	10 000	10 000	4,00	34 000	1 700	3,47
15	3 500	28 600	4,46	7 500	13 300	4,12
20	1 500	66 700	4,82	3 000	33 300	4,52
25	1 300	76 900	4,89	2 000	50 000	4,70
30	900	111 000	5,05	1 700	58 900	4,77
35	880	114 000	5,06	1 550	64 500	4,81
40	670	149 000	5,17	1 300	76 900	4,89
45	500	200 000	5,30	1 000	100 000	5,00
		Gertrud Mih. 12 J. 5 M.				
½	10 000	10 000	4,00			
6	4 250	23 500	4,37	6 000	16 700	4,22
11	2 800	35 700	4,55	5 500	18 200	4,26
19	1 450	69 000	4,84	2 500	40 000	4,60
23	1 250	80 000	4,90	2 250	44 400	4,65
28	1 000	100 000	5,00	1 700	58 800	4,77
35	800	125 000	5,10	1 400	71 400	4,85
41	600	167 000	5,22	1 150	87 000	4,94
		Mariechen Lu. 11 J. 8 M.				
½	30 000	3 330	3,52			
6	5 500	18 200	4,26	8 000	12 500	4,10
11	2 500	40 000	4,60	6 000	16 700	4,22
15	1 700	58 800	4,77	3 000	33 300	4,52
19	1 300	76 900	4,89	2 300	43 500	4,64
26	900	111 000	5,05	1 700	58 800	4,77
29	800	125 000	5,10	1 700	58 800	4,77
36	710	141 000	5,15	1 450	69 000	4,84
		Clärchen Ko. 12 J. 2 M.				
½	120 000	833	2,92			
7	3 000	33 300	4,52	8 000	12 500	4,10
11	2 400	40 800	4,61	5 500	18 200	4,26
15	1 300	76 900	4,89	2 500	40 000	4,60
23	1 200	83 300	4,92	2 200	45 500	4,66
26	780	128 000	5,11	1 650	60 600	4,78
33	650	154 000	5,19	1 250	80 000	4,90
40	480	208 000	5,32	890	112 000	5,05

Aus der Tabelle geht zunächst als qualitatives Ergebnis hervor, dafs die 2. Schwellennotierung immer niedriger ist als die 1., dafs also die Vorstellung des hellen Zimmers der Dunkeladaptation entgegen wirkt. Bei unsern stärksten

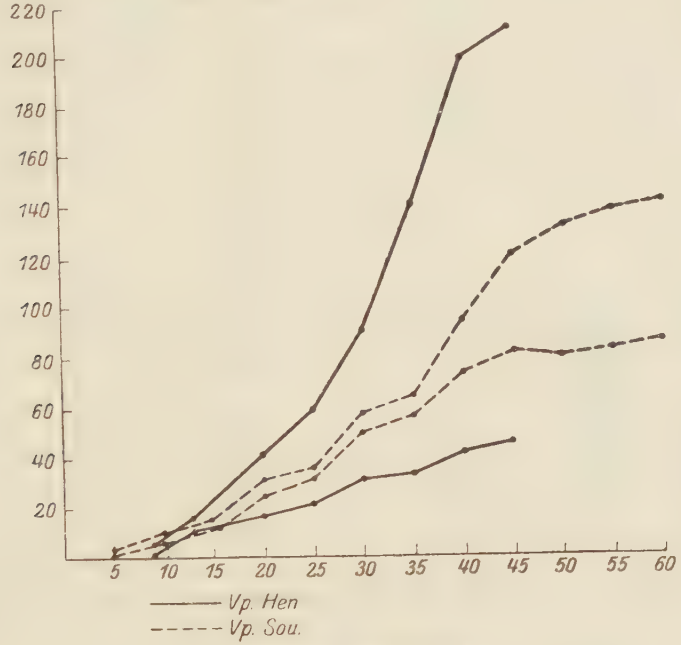
Eidetikern mufsten wir bei Beeinflussung der Adaptation durch Vorstellung des erleuchteten Raumes manchmal so stark wieder aufhellen, dafs der Schwellenreiz die 4fache Intensität wie bei der normalen Dunkeladaptation dieser Vpn. haben mufste. Auch hier zeigte es sich jedesmal wieder, dafs der Grad der Beeinflussung immer von der Stärke der eidetischen Anlage abhängig war. Eine kleine Ungenauigkeit mufste allerdings mit in Kauf genommen werden, nämlich die Zeitdifferenz zwischen der 1. und 2. Ablesung. Doch dürfte dieser geringe Fehler nur zugunsten der Resultate sprechen, da nämlich immer zuerst der Schwellenwert ohne Vorstellung festgelegt wurde. Läge eine völlig gleichzeitige Prüfung im Bereich des Möglichen, so hätten nur noch gröfsere Unterschiede zwischen beiden Ablesungen entstehen können.

Wir haben es in dieser Tabelle ausschliefslich mit Vpn. vom vorstellungsnahen eidetischen Typus zu tun, der in den Arbeiten der Marburger Schule auch B-Typus genannt wird.

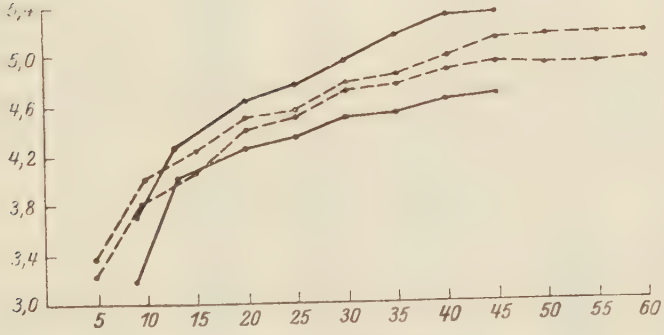
Zur Veranschaulichung greifen wir die Ergebnisse zweier Vpn. heraus und zwar die eines sehr starken Eidetikers (Frl. Hen.) und eines schwächeren (Frl. Sou.). Wir bedienen uns auch hier wieder beider Darstellungen (Fig. 12 und Fig. 13). Die obere Kurve veranschaulicht jedesmal die gewöhnliche Adaptierung, also die ohne Vorstellung des hellen Raumes, während die untere die durch die Vorstellung beeinflufste Anpassung („integrierte Adaptation") darstellt.

Der allgemeine Kurvencharakter ist derselbe wie bei den bisherigen Untersuchungen, was aus der Darstellung der Bestschen Empfindlichkeitswerte hervorgeht. Das quantitative Ausmafs der Beeinflussung ersieht man am besten aus der Aufzeichnung der Piperschen Empfindlichkeitswerte. Die Kurven bringen in ihrem verschiedenen Abstand sehr gut zum Ausdruck, wie stark eine Vorstellung des hellen Zimmers jedesmal möglich war. Hier dürfte sich ein Mafs ergeben, die Intensität der Anschauungsbilder, die infolge des lediglich subjektiven Charakters einen Vergleich bisher nicht ermöglichten, quantitativ zu bestimmen. Wir fanden nämlich bei unsern stärksten Eidetikern, bei denen also die Ausprägung

der optischen Anschauungsbilder am stärksten sein dürfte, auch die gröfsten Kurvenabstände.



Piperscbe Darstellung
Fig. 12



Bestsche Darstellung
Fig. 13

Da man jedoch auch bei diesen Untersuchungen geneigt sein könnte, die Empfindlichkeitsabnahme bei Vorstellung des erleuchteten Raumes auf die von C. Köhler gefundenen

Gröfsenverringerungen der Pupille zurückzuführen, machten wir diesen Reflex bei folgenden Beobachtungen durch Vorsetzen der bereits beschriebenen brillenartigen Vorrichtung unwirksam.

Tabelle VI gibt das Ergebnis der Untersuchung von 7 eidetischen Vpn. wieder.

Tabelle VI.

1. Erwachsene Eidetiker.

Dr. Lie.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert bei gewöhnlicher Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Reizwert bei integrierter Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	800 000	125	2,10			
7	70 000	1 430	3,16	160 000	625	2,80
10	26 000	3 850	3,59	90 000	1 110	3,05
20	22 000	4 550	3,66	70 000	1 430	3,16
24	9 000	11 100	4,05	48 000	2 080	3,32
29	8 000	12 500	4,10	32 000	3 130	3,49

Jetzt wird die Vp. die Vorstellung des hellen Raumes nicht mehr los, so dafs eine weitere Schwellenbestimmung sich als unmöglich erwies.

See.

½	2 000 000	50	1,70			
10	30 000	3 330	3,52	80 000	1 250	3,10
18	8 000	12 500	4,10	24 000	4 170	3,62
21	6 000	16 700	4,22	14 000	7 140	3,85
25	4 500	22 200	4,35	10 000	10 000	4,00

Weitere Schwellenbestimmungen waren unmöglich, da farbige Lichtwolken, die sich auch auf den geringsten Gehörsreiz einstellten, von allen Seiten in das Gesichtsfeld zogen.

2. Jugendliche Eidetiker.

Wilhelm Heinrich Tö. 10 J. 10 M.

½	360 000	277	2,44			
4	100 000	1 000	3,00	130 000	769	2,89
9	28 000	3 570	3,55	75 000	1 330	3,12
12	14 000	7 140	3,85	32 000	3 130	3,49
19	7 500	13 300	4,12	24 000	4 170	3,62
25	6 500	15 400	4,19	12 000	8 330	3,92
31	3 750	26 700	4,43	5 000	20 000	4,30
37	1 700	58 800	4,77	2 800	35 700	4,55
42	1 500	66 700	4,82	2 300	43 500	4,64
48	1 450	69 000	4,84	2 100	47 600	4,68

Lina Erd. 13 J.

Nach Verlauf v. Min.	Reizwert bei gewöhnlicher Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$	Reizwert bei integrierter Adaptation	$E=\frac{10^8}{R}$	$E=\log\frac{10^8}{R}$
½	1 600 000	62	1,79			
6	480 000	208	2,32	640 000	156	2,19
11	85 000	1 180	3,07	120 000	833	2,92
16	44 000	2 270	3,36	70 000	1 430	3,16
23	40 000	2 500	3,40	60 000	1 670	3,22
36	5 500	18 200	4,26	9 000	11 100	4,05

Heinrich Fi. 13 J.

½	160 000	625	2,80			
5	100 000	1 000	3,00	160 000	625	2,80
10	20 000	5 000	3,70	34 000	2 940	3,47
15	5 000	26 000	4,30	8 000	12 500	4,10
22	3 600	27 800	4,44	6 250	16 000	4,20
28	2 900	34 500	4,54	3 500	28 600	4,46
35	2 400	41 700	4,62	4 500	22 200	4,35
41	2 200	45 500	4,66	2 800	35 700	4,55
46	1 800	55 600	4,75	2 100	47 600	4,68
50	1 600	62 500	4,80	2 100	47 600	4,68
60	1 500	66 700	4,82	2 000	50 000	4,70

Ella Meu. 12 J. 2 M.

½	520 000	192	2,28			
5	40 000	2 500	3,40	100 000	1 000	3,00
10	16 000	6 250	3,80	30 000	3 330	3,52
14	6 000	16 700	4,22	14 000	7 140	3,85
18	4 000	25 000	4,40	6 250	16 000	4,20
24	3 000	33 300	4,52	5 750	17 400	4,24
29	2 100	47 600	4,68	3 500	28 600	4,46
35	1 500	66 700	4,82	3 250	30 800	4,49

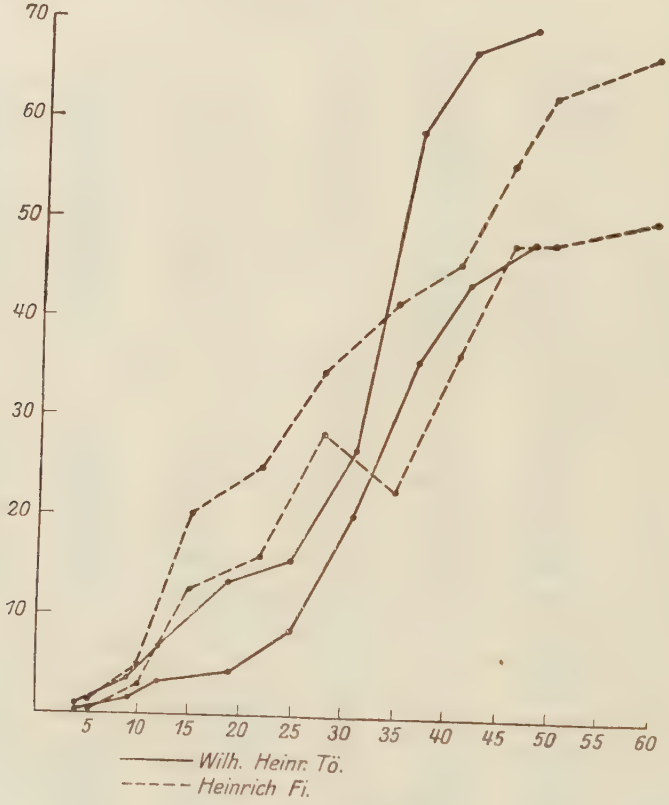
Dora Sch. 12 J.

½	1 200 000	83	1,92			
5	120 000	833	2,92	400 000	250	2,40
10	50 000	2 000	3,30	120 000	833	2,92
15	24 000	4 170	3,62	65 000	1 540	3,19
22	16 000	6 250	3,80	32 000	3 130	3,49
27	6 000	16 700	4,22	20 000	5 000	3,70
35	4 750	21 000	4,32	8 000	12 500	4,10
40	3 750	75 000	4,86	5 500	18 200	4,26

Auch hier ist das quantitative Ausmafs der Adaptation aus den im vorigen Abschnitt bereits angeführten Gründen ein geringeres. Die Beeinflussung durch die Vorstellung des hellen Zimmers ist jedoch eine fast gleiche wie bei den Ver-

suchen ohne Vorsetzen der brillenartigen Vorrichtung. Aus der Tabelle geht also hervor, dafs die Beeinflussung der Adaptation durch psychische Faktoren nur zum geringsten Teil auf dem gleichzeitig mit auftretenden Pupillenreflex beruhen kann.

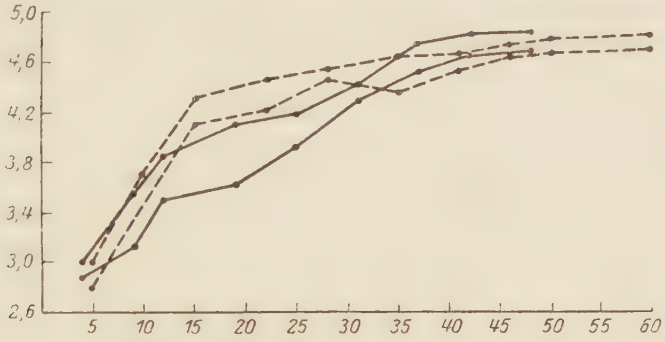
In den folgenden Kurvenbildern (Fig. 14 u. Fig. 15) haben wir die integrierte und gewöhnliche Adaptation der beiden Jugendlichen Wilhelm Heinrich Tö. und Heinrich Fi. graphisch dargestellt:



Pipersche Darstellung
Fig. 14

Auch hier können wir wieder den annähernd gleichen Kurvenlauf wie früher feststellen. Die kleinen Unregelmäfsigkeiten der Adaptierung bei den Versuchen dieses Abschnittes dürften ihren Grund einmal darin finden, dafs das Anschauungsbild des Zimmers nicht immer in der gleichen

Intensität auftrat. Diese Tatsache fand sich in den Untersuchungen des Instituts über das Anschauungsbild auch sonst öfter bestätigt. Zum anderen aber war es nicht allen Vpn. möglich, die Vorstellung nach Willkür zu jeder Zeit wieder fallen zu lassen. Diese Faktoren spiegeln sich in beiden Adaptationskurven jeder Vp. wieder.



Bestsche Darstellung

Fig. 15

Es hat sich also gezeigt, dafs bei Jugendlichen eine Beeinflussung der Daueradaptation durch zentrale Faktoren möglich ist. Als wichtige Folgerung können wir zunächst schliefsen, dafs die bisherigen Adaptationserklärungen, die alle zentralen Faktoren ausschliefsen, nur für einen Sonderfall — den allerdings wichtigsten — zutreffen. Sie befassen sich nur mit der Adaptation des ausdifferenzierten Durchschnittserwachsenen und der nicht manifest oder latent eidetischen Jugendlichen. In der integrierten Jugendphase greift jedoch in weitem Umfange die psychophysische Integration ein. Die vorliegenden Untersuchungen tragen daher zur weiteren Festigung des Begriffs des integrierten Menschentypus und seiner Verbreitung im Jugendalter bei. Die starken individuellen Unterschiede lassen eine stärkere oder schwächere Verknüpfung von psychischen Vorgängen mit somatischen Funktionen vermuten. Die Untersuchungen geben darum ein Mafs der psychophysischen Integration an. Wie wir oben schon sagten, geben sie auch ein Mafs für die Stärke der latenten oder manifesten eidetischen Anlage. Im besten Einklang mit den bisherigen Versuchsergebnissen, wonach der integrierte Typus

beim weiblichen Geschlecht verbreiteter ist, traten die Erscheinungen der letzten Art besonders deutlich bei weiblichen Vpn. hervor.

Es wurde schon erwähnt, daſs zu den Adaptationsuntersuchungen und zu den Versuchen Schmüllings, die die Integration überhaupt zum Gegenstand hatten, zum groſsen Teil dieselben integrierten Vpn. herangezogen wurden. Nun hat sich, worauf ebenfalls schon hingewiesen wurde, herausgestellt, daſs der Grad der Adaptation bei unsern Untersuchungen in Parallele stand mit dem Integrationsgrad, der sich in den Arbeiten von Schmülling ergab, so daſs die Vpn. mit besonders hoher Adaptation auch eine besonders hohe Integration zeigten. Es darf also auf Grund dieser Korrelation mit Sicherheit angenommen werden, daſs eine besonders hohe Adaptation auch eine im besonderen Maſse psychisch integrierte Anpassung ist, daſs also Grad der Adaptation und Grad der psychischen Integration einander im allgemeinen parallel laufen.

3. Kapitel

Versuche über die Transformationserscheinungen bei Jugendlichen

Haben die vorliegenden Untersuchungen an Jugendlichen durch den Nachweis des groſsen quantitativen Ausmaſses der Adaptationsvorgänge im eidetischen Alter und der engen Integration der Anpassungserscheinungen mit der psychischen Sphäre eine wesentliche Ergänzung der alten Theorie erbracht, so ist dadurch auch erwiesen, daſs die bisherigen Widersprüche in der Erklärung, die die Transformationserscheinungen auf Adaptation zurückführt, tatsächlich nur scheinbare sind. Sollte jedoch der Beweis der Zusammengehörigkeit beider Erscheinungen vollständig erbracht werden, so war noch eine Untersuchung darüber erforderlich, ob in Analogie zu den gesteigerten Adaptationsphänomenen im eidetischen Alter auch die Berücksichtigung der Beleuchtung hier eine stärkere ist als bei Erwachsenen, ob also im allgemeinen ein Parallelismus besteht zwischen der Ausgeprägtheit der Adaptation und der Berücksichtigung der Beleuchtung. Wenn sich auch in

der Arbeit von Feyerabend bereits Anhaltspunkte dafür finden, so ist doch eine systematische Untersuchung daraufhin bisher nicht erfolgt.

Wir benutzten die aus den bisherigen Farbenarbeiten schon bekannte Versuchsanordnung (Fig. 16). Eine (100 × 60 cm grofse) aus starker Pappe gefertigte Wand wird auf dem hinteren Teil eines Tisches befestigt und durch eine senkrecht dazu gestellte in zwei gleiche Teile geteilt. In jedem der beiden

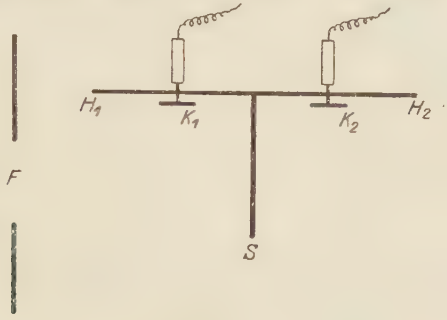


Fig. 16

so abgeteilten Räume befindet sich ein Farbenkreisel. Während der Kreisel K_1 und der Hintergrund H_1 dem normalen durch das Fenster eindringenden Tageslicht ausgesetzt sind, werden H_2 und K_2 durch die Wand S beschattet. Da die Transformation im allgemeinen am gröfsten ist im sogenannten „Indifferenzgebiet", d. h. dann, wenn der beschattete Hintergrund und die beschattete Scheibe von objektiv gleicher Farbe sind [1], und reines Weifs bei Helligkeitstransformation seine qualitative Eigentümlichkeit am festesten bewahrt [2], wählten wir als Hintergrund für H_1 und H_2 homogenes weifses Papier und stellten auch auf K_2 360° desselben Weifs ein. Auf K_1 konnte dann nach Angabe des etwa 150 cm von der Anordnung entfernt sitzenden Beobachters mit Hilfe von Schwarz- und Weifssektoren eine Gleichung oder Ungleichung zwischen den Weifslichkeitseindrücken beider Kreiselscheiben eingestellt werden.

Da die Herstellung von Gleichungen bei den Empfindungs-

[1] E. R. Jaensch u. E. A. Müllee, Über die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast. *Z. f. Psychol.* **83**, 1920, S. 300.

[2] D. Katz, Die Erscheinungsweisen der Farben. *Z. f. Psychol.*, Erg.-Bd. 7, 1911, S. 111.

und Wahrnehmungsversuchen sich als äufserst schwierig, ja genau genommen als unmöglich, erweist, bedienten wir uns ausschliefslich der Methode der „Einstellung auf Ungleichheit", d. h. der Feststellung der Grenzen des Bereichs, in welchem mit Sicherheit ein Urteil nicht mehr abgegeben werden konnte, welche von beiden Scheiben weifslicher erschien. Im Interesse der Einfachheit wurden die Vpn. angehalten, „Weifslichkeit" mit „Helligkeit" zu bezeichnen. Farbzusätze wurden nicht genommen, da wegen der Kürze der für die Massenversuche zur Verfügung stehenden Zeit eine Einstellung auch noch darauf zu lange aufgehalten hätte. Aufserdem wird die manchmal ganz geringe Farbtönung, die auf der einen Seite unter Umständen bemerkt werden kann, nicht als störend empfunden, wenn es sich nur darum handelt, ein Urteil „heller als" oder „dunkler als" abzugeben. Ferner wurden die Vpn. angewiesen, beide Scheiben zunächst ruhig auf sich wirken zu lassen, ehe ein Urteil abgegeben wurde, um keine Beeinflussung der Resultate durch ein schon von Katz beschriebenes „kritische Verhalten"[1] aufkommen zu lassen. Auch während des Versuchs wurde streng darauf geachtet, dafs diese Instruktion inne gehalten wurde und der Versuch sofort abgebrochen, sobald sich bei der Vp. Anzeichen dafür, wie Zusammenkneifen der Augen oder Schiefhalten des Kopfes, bemerkbar machten.

Um überhaupt ein Mafs für die subjektive Aufhellung der beschatteten Scheibe zu haben, mufste vor dem Versuch eine objektive Weifslichkeitsgleichung (ebenfalls nach der Methode „Einstellung auf Ungleichheit") zwischen beiden Scheiben hergestellt werden. Das geschah durch Benutzung

Fig. 17

des Katzschen Reduktionschirmes (Fig. 17), dessen hintereinander liegende Öffnungen in der Art eines Tubus wirken.

[1] a. a. O. §§ 14 u. 16.

Dieser Schirm wurde etwa 25 cm vom Auge entfernt so gehalten, dafs von beiden Scheiben nur ein kleiner Teil sichtbar war. Das Prinzip dieses Schirmes ist, durch Konvergieren der Augen auf die Lochränder von den Scheiben nur den Eindruck von Flächenfarben zu bekommen und eine Übersicht über die Beleuchtungsverhältnisse auszuschliefsen. Alle Versuche wurden ausschliefslich in den Mittagsstunden ausgeführt, weil hier die Beleuchtung am wenigsten variabel ist.

Wir stellten zunächst wieder einige vergleichende Untersuchungen zwischen Erwachsenen vom integrierten und desintegrierten Typus an. Wir geben hier das Resultat der Helligkeitsabstraktion eines unserer stärksten Eidetiker, Vp. See., im Vergleich zu Schm. wieder, der sich bei allen früheren Untersuchungen als verhältnismäfsig stark desintegriert gezeigt hatte.

In der folgenden Tabelle sind die ersten drei Spalten ohne Erklärung verständlich. Die 4. Spalte enthält den mittleren Weifslichkeitswert der Scheibe. Dieser errechnet sich in der Weise, dafs man je 60° des schwarzen Sektors gleich 1° Weifs setzt und die sich ergebende Anzahl von Winkelgraden zu dem Wert in der 3. Spalte addiert. Mit Aufhellungsquotient (Spalte 5) wurde das Verhältnis zwischen den mittleren subjektiven und objektiven Weifslichkeitswerten bezeichnet.

Als Grenzen des objektiven Unentschiedenheitsbereichs ergaben sich auf K_1 die Einstellungen 65° und 105° Weifs[1], so dafs wir also mit Berücksichtigung des Weifswertes des Schwarzsektors einen mittleren objektiven Weifslichkeitswert von 90° erhielten.

Tabelle VII

Name der Vpn.	Einstellung des W-Sektors auf K_1 in Winkelgraden	Mittelwert der Einstellung	Mittlerer subjektiver Weifslichkeitswert	Aufhellungsquotient
See.	339—353°	346°	346°	3,844
Schm.	236—248°	242°	244°	2,701

Ein Vergleich zwischen dem Synästhetiker Tho., der wohl integriert ist, jedoch die Fähigkeit, Anschauungsbilder zu er-

[1] Die Festlegungen dieser Werte wurden bei allen Untersuchungen dieses Abschnittes, um die Vpn. nicht zu beeinflussen, nur vom Versuchsleiter vorgenommen.

zeugen, nur in besonderer Stimmung hat, und Schm. zu einer anderen Zeit lieferte folgende Werte:

Einstellung auf objektive Ungleichheit 44—86° Weifs (mittlerer Weifslichkeitswert 70°).

Tabelle VIIa

Name der Vpn.	Einstellung des W-Sektors auf K_1 in Winkelgraden	Mittelwert der Einstellung	Mittlerer subjektiver Weifslichkeits-wert	Aufhellungs-quotient
Tho.	259—272°	265½°	267°	3,814
Schm.	230—250°	240°	242°	3,457

Hier zeigte sich also bei beiden integrierten Vpn. eine gröfsere Aufhellung als bei der desintegrierten Vp. Schm. Bei See. ist die Berücksichtigung der Beleuchtung sogar eine fast totale.

Untersucht wurden nun weiter in der Hauptsache Jugendliche und zwar der Marburger Schulen, der Oberrealschule I zu Kassel und des Realgymnasiums zu Biedenkopf (Lahn). Auch bei diesen Untersuchungen wurde eine Auswahl der Schüler nach irgendeinem Gesichtspunkte nicht vorgenommen. Es dürfte genügen, aus dem Untersuchungsmaterial hier die Ergebnisse der grofsen Versuchsreihe an der Kasseler Oberrealschule wiederzugeben, da wir in den übrigen Schulen in den wesentlichen Punkten ganz ähnliche Verhältnisse vorfanden.

Die Einstellung auf objektive Weifslichkeitsungleichheit ergab die Grenzen 24° und 57° Weifs (mittlerer Wert 46°).

Tabelle VIII

Name der Vpn.	Alter	Einstellung des W-Sektors auf K_1 in Winkelgraden	Mittelwert der Einstellung	Mittlerer subjektiver Weifslichkeits-wert	Aufhellungs-quotient	Mittlerer Aufhellungs-quotient des Jahrgangs
Günther Di.	10 J. 7 M.	231—246°	238½°	240½°	5,23	
Hans Ru.	10 „ 8 „	220—230°	225°	227°	4,94	
Willy Rö.	10 „ 8 „	218—238°	228°	230°	5,00	
Hans He.	10 „ 8 „	208—225°	216½°	219°	4,76	5,21
Heinrich Rö.	10 „ 10 „	250—265°	257½°	259°	5,63	
Karl St.	10 „ 10 „	235—252°	243½°	245½°	5,34	
Karl K.	10 „ 10 „	248—262°	255°	257°	5,59	

Name der Vpn.	Alter	Einstellung des W-Sektors auf K_1 in Winkelgraden	Mittelwert der Einstellung	Mittlerer subjektiver Weifslichkeitswert	Aufhellungsquotient	Mittlerer Aufhellungsquotient des Jahrgangs
Georg Fr.	11 J.	230—243°	236½°	238½°	5,19	
Werner Jä.	11 „	244—257°	250½°	252½°	5,49	
Theodor En.	11 „ 1 M.	222—235°	228½°	230½°	5,01	5,46
Kurt Ho.	11 „ 2 „	240—265°	252½°	254½°	5,53	
Fritz Ho.	11 „ 11 „	270—285°	277½°	279°	6,07	
Horst He.	12 „	254—275°	264½°	266°	5,78	
Heinrich Kn.	12 „	215—225°	220°	222½°	4,84	
Hilmer Be.	12 „	242—255°	238½°	240½°	5,23	
Günther Be.	12 „	253—262°	257½°	259°	5,63	
Erich Ha.	12 „	242—250°	246°	248°	5,37	5,55
Erich Ra.	12 „ 1 „	254—280°	267°	268½°	5,83	
Heinrich De.	12 „ 3 „	230—242°	236°	238°	5,18	
Justus Eck.	12 „ 4 „	250—265°	257½°	259½°	5,64	
Werner Me.	12 „ 5 „	250—275°	262½°	264°	5,74	
Ernst Ex.	12 „ 9 „	242—261°	251½°	253½°	5,71	
Heinrich Ba.	12 „ 10 „	282—300°	291°	292°	6,35	
Walter Ja.	13 „ 2 „	217—235°	226°	228°	4,96	
Kurt Do.	13 „ 5 „	221—234°	227½°	229½°	5,00	
Willy La.	13 „ 3 „	221—241°	231°	233°	5,07	
Hans Di.	13 „ 4 „	201—214°	207½°	210°	4,57	5,03
Helmut Mü.	13 „ 4 „	210—234°	222°	224½°	4,88	
Heinrich Kr.	13 „ 6 „	218—239°	228½°	230½°	5,01	
Gebhardt Oe.	13 „ 10 „	259—265°	262°	263½°	5,74	
Karl Br.	14 „	272—282°	277°	278½°	6,06	
Alex Br.	14 „	234—269°	251½°	253½°	5,51	
Willy He.	14 „	255—264°	259½°	261°	5,68	5,23
Bruno Dö.	14 „	224—238°	231°	233°	5,07	
Werner Da.	14 „ 4 „	176—190°	183°	186°	4,04	
Heinz Bö.	15 „	227—239°	233°	235°	5,11	
Heinz Sch.	15 „ 1 „	224—240°	232°	234°	5,09	
Fritz St.	15 „ 2 „	230—252°	241°	243°	5,29	5,30
Heinrich He.	15 „ 2 „	242—265°	253½°	255½°	5,55	
Erich Sch.	15 „ 4 „	232—254°	243°	245°	5,33	
Peter Di.	15 „ 6 „	243—252°	247½°	249½°	5,42	
Heinrich Kn.	16 „ 1 „	190—208°	199°	201½°	4,38	
Heinrich He.	16 „ 2 „	175—190°	182½°	185½°	4,03	
Rudi Kr.	16 „ 4 „	243—271°	257°	258½°	5,62	4,74
Karl Kl.	16 „ 5 „	208—222°	215°	217½°	4,73	
Willy Fr.	16 „ 8 „	225—235°	230°	232°	5,05	
Ferdinand Rö.	16 „ 9 „	202—218°	210°	212½°	4,62	

Name der Vpn.	Alter	Einstellung des W-Sektors auf K_1 in Winkelgraden	Mittelwert der Einstellung	Mittlerer subjektiver Weifslichkeitswert	Aufhellungsquotient	Mittlerer Aufhellungsquotient des Jahrgangs
Kurt Be.	17 J.	198—207°	202½°	205°	4,46	
Theodor Sch.	17 „ 4 M.	185—210°	197½°	200°	4,35	
Karl Fi.	17 „ 6 „	226—243°	234½°	236½°	5,14	4,68
Erich Wi.	17 „ 6 „	177—198°	187½°	190°	4,14	
Helmut St.	17 „ 6 „	238—248°	243°	245°	5,33	
Kurt Gr.	18 „ 1 „	216—230°	223°	225½°	4,90	
Walter Kö.	18 „ 2 „	246—258°	252°	254°	5,52	
Fritz So.	18 „ 3 „	250—262°	256°	257½°	5,60	
Berthold En.	18 „ 5 „	228—255°	241½°	243½°	5,29	
Werner Rö.	18 „ 9 „	229—244°	236½°	238½°	5,18	
Heinrich Me.	19 „	235—244°	239½°	241½°	5,25	5,14
Wilhelm Gl.	19 „	219—227°	223°	225½°	4,90	
Wilhelm No.	19 „ 1 „	202—236°	219°	221½°	4,82	
Ludwig Dö.	19 „ 2 „	243—268°	255½°	257°	5,59	
Kurt Bä.	19 „ 3 „	181—202°	191½°	194½°	4,23	
Wilhelm Rü.	19 „ 4 „	224—252°	238°	240°	5,22	
Heinrich Ko.	19 „ 7 „	229—242°	235½°	237½°	5,16	

Aus der Tabelle geht bereits hervor, dafs die Berücksichtigung der Beleuchtung bei den 12jährigen Vpn. am gröfsten ist. Um das Ergebnis auch graphisch darstellen zu können, berechneten wir für jeden Jahrgang den mittleren Aufhellungsquotienten (7. Spalte), und trugen diese Werte als Ordinaten mit den zugehörigen Altersstufen als Abszissen in ein rechtwinkliges Koordinatensystem ein. Es entstand folgendes Kurvenbild: (Fig. 18, ausgezogene Kurve).

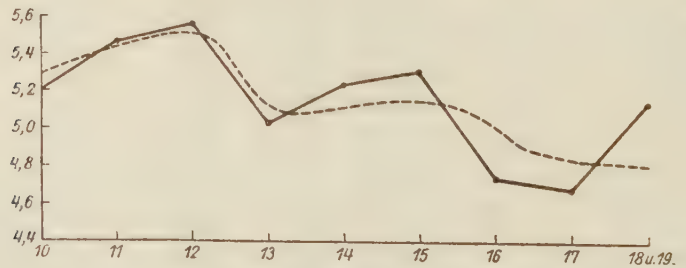


Fig. 18

Wenn auch die Kurve einen völlig regelmäfsigen Verlauf nicht besitzt, so ist doch deutlich zu erkennen, dafs sowohl die Maxima als auch die Minima derselben immer tiefere Punkte annehmen, dafs also vom 12. Jahre ab eine deutlich abfallende Tendenz bemerkt werden kann. Würde man die Kurve idealisieren, so hätte man sich den Verlauf etwa in der punktiert angedeuteten Weise zu denken. Diese vom eidetischen Alter an bemerkbare Abnahme der Kurvenhöhe zeigt sich ebenfalls in dem folgenden Kurvenbild (Fig. 19), das die durchschnittlichen Aufhellungsquotienten in den verschiedenen Lebensjahren für die Versuchsreihe wiedergibt, die an dem Biedenkopfer Realgymnasium vorgenommen wurde. Untersucht wurden hier 55 Vpn.

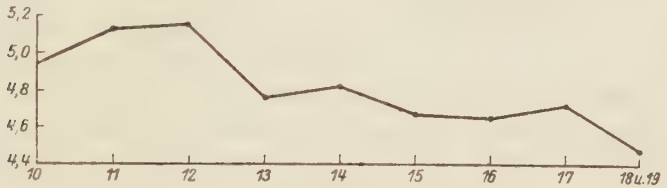


Fig. 19

Ebenso wie wir bei den Adaptationsuntersuchungen im Alter der Vorpubertät die ausgedehntesten Anpassungen fanden, so zeigt sich auch hier bei den Jugendlichen derselben Entwicklungsphase die stärkste Berücksichtigung der Beleuchtung. In Analogie zu den Untersuchungen über Dunkeladaptation findet sich also auch das Maximum der Helligkeitstransformation im eidetischen Alter, und von da an scheint dieses Phänomen allmählich abzunehmen. Damit dürfte also der Beweis der Zusammengehörigkeit beider Erscheinungen erbracht sein.

Unsere Ergebnisse sprechen mit Bestimmtheit gegen die Deutung, die Katz in seinem wichtigen Werk über „die Erscheinungsweisen der Farben“ den Transformationserscheinungen gegeben hat. Katz führt diese Phänomene ganz allein auf den Einfluſs der Erfahrung zurück.[1] Da die Erfahrungen, die wir an den Sehdingen machen, im allgemeinen mit fortschreitendem Lebensalter zunehmen, nicht aber durch-

[1] a. a. O. S. 192 ff.

weg abnehmen können, so müfste also von hier aus ein mit den Jahren steigender, nicht aber abnehmender Grad der Transformation erwartet werden. Die durchgängige Abnahme deutet also an, dafs die Erfahrung die Hauptgrundlage der Erscheinungen nicht bilden kann. Katz weist weiter darauf hin, dafs es noch einer näheren Untersuchung bedarf, ob die individuellen Differenzen von einer solchen Art sind, dafs man sie als „typische" bezeichnen darf.[1] Nach unsern Versuchen müssen diese Unterschiede eine elementarere Wurzel haben als die Erfahrung. Die Korrelation, die zwischen dem Adaptationsgrad und dem Transformationsgrad, wenn auch bei diesem die Unterschiede nicht ganz ebenso ausgeprägt sind, besteht, läfst als Grundlage dieser individuellen Differenzen die Adaptationsfähigkeit erscheinen, die wir wiederum als ein besonderes Merkmal des integrierten Menschentypus feststellten. Bei zwei sehr stark eidetischen Mädchen fanden wir die Berücksichtigung der Beleuchtung sogar in einer solchen Stärke, dafs die rechte Seite fast vollständig transformiert gesehen wurde.

Daneben mögen auch noch andere Faktoren in Betracht kommen. So zeigte z. B. Th. Cramer[2], dafs der Grad der Transformation von der Aufmerksamkeit teilweise abhängt. Auch die Verschiedenheit der Erfahrungseinflüsse mag immerhin eine begleitende Rolle spielen.

Fragen wir uns nun zum Schlufs noch einmal kurz, in welcher Weise der innere Zusammenhang zwischen Transformation und Kontrast zu denken ist. In der modernen Psychologie bricht sich fast in sämtlichen Teilgebieten die Auffassung von einer schichtenweisen Anordnung der psychischen und psychophysischen Funktionen Bahn. Hiernach wird eine elementare, rein physiologisch aufzufassende Schicht des seelischen Lebens, die ganz in das Gebiet der Empfindungspsychophysik gehört, von einer höheren, psychischen Schicht überbaut. Nach der bisher herrschenden Auffassung beeinflussen sich zwar die Vorgänge in beiden Funktionsschichten wechselseitig bis zu einem gewissen Grade, bestehen aber im übrigen wie zwei getrennte Welten nebeneinander und haben infolgedessen auch

[1] a. a. O. S. 191 ff.

[2] Th. Cramer, Über die Beziehung des Zwischenmediums zu Transformations- und Kontrasterscheinungen. *Z. f. Sinnesphysiol.* **54**, 1922.

ganz verschiedene Erklärungsprinzipien. So glaubt man in das Gebiet der elementaren Schicht eindringen, ja, die Erforschung dieser vollständig abschliefsend behandeln zu können, ohne dafs dabei die Funktionsweise der höheren im geringsten berücksichtigt wird, deren Inhalte bezeichnenderweise oft als psychische „Verarbeitung" gekennzeichnet werden. Steht man auf dem Boden dieser allgemeinen theoretischen Anschauungen, so mufs natürlich der Simultankontrast der elementaren und die Transformation, die ja eine sehr starke psychische „Verarbeitung" erkennen läfst, der höheren Schicht zugewiesen werden.

In den hiesigen Arbeiten wurde nun der Versuch gemacht, sowohl zur Erklärung der niederen Funktionen die höheren als auch zur leichteren Deutung dieser wiederum die elementaren heranzuziehen. Diese Methode, die als äufserst naheliegend eigentlich schon längst hätte angewandt werden müssen, da sie manchen vielumstrittenen psychischen Vorgängen eine so einfache Erklärung gibt, hat sich in allen bisherigen Arbeiten aufs beste bewährt. So zeigte sich bekanntlich in den Untersuchungen über das Gedächtnis, dafs als die niedrigste Schicht desselben das Nachbild angesehen werden mufs, während das Anschauungsbild sich als eine solche psychischer Durchdringung erweist. Indem nun insbesondere dieses, das der Untersuchung am zugänglichsten war, bei zahlreichen Vpn. beobachtet wurde, konnten sehr wichtige Aufschlüsse auch für die noch elementareren Funktionsschichten gewonnen werden. Professor Jaensch hat kürzlich dargelegt[1], wie gerade der Ausgang von der Schicht mit psychischer „Durchdringung", dem Anschauungsbild, die Verhältnisse in der elementareren Schicht des physiologischen Nachbildes aufklärt, die Lehren der Sinnesphysiologie in wichtigen Punkten ergänzt und zugleich die Sinnesphysiologie vor dem Vorwurf der Gestaltpsychologie in Sicherheit bringt, dafs sie bisher auf grundsätzlich falschen Wegen gegangen sei. Geht man in gleicher Weise auch bei den Kontrast- und Transformationserscheinungen vor, indem man also die letzteren zur

[1] Über Eidetik und typologische Forschungsmethode. *Z. f. Psychologie* **102**, 1927.

Erklärung des Simultankontrastes heranzieht, so mufs dieses natürlich als eine Durchbrechung aller für den Simultankontrast aufgestellten Erklärungsprinzipien erscheinen, da hier ein Verfahren angewandt wird, das eine ganz wesentliche Ergänzung aller bisherigen Forschungswege der Psychologie überhaupt angibt. Durch diesen neuen Angriffspunkt für die Untersuchungen stehen diese Farbenarbeiten deshalb noch längst nicht im Gegensatz zu denen der Heringschen Schule, ebensowenig aber zu denen des Helmholtzschen Kreises, sondern ergänzen nicht unwesentlich das, was bisher von der Psychophysik an wirklich sicher gegründeter Arbeit geleistet wurde. So stofsen die Untersuchungen auch mit den von G. E. Müller vertretenen Anschauungen nirgends zusammen. Der status praesens der voll ausdifferenzierten Vorgänge und die darüber entwickelten Anschauungen, wie z. B. Wechselwirkung der Sehfeldstellen, können als etwas unbestreitbar Feststehendes einfach übernommen werden. Hier dagegen handelt es sich um die Genesefrage, nicht dagegen um den status praesens der ausgebildeten Wahrnehmungsvorgänge; also darum, wie jene Tatsachen und unbestreitbaren Sachverhalte des status praesens nun zustande kommen.

Damit dürfte der Kern der bisherigen und eventuell noch folgenden Farbenarbeiten in kurzer Weise fest umrissen sein, und die von G. E. Müller erhobenen Einwände dürften daher hinfällig werden, da ein Widerspruch zu der von ihm selbst vertretenen Kontrasttheorie gar nicht besteht. Fest fundiert dürfte nun unser Nachweis von der inneren Zusammengehörigkeit von Simultankontrast und Transformation durch die Auffindung der gesteigerten und psychisch integrierten Adaptationserscheinungen geworden sein. Wohl in kaum gleicher Weise könnte zur Festigung der Heringschen Farbentheorie beigetragen werden. Dies mufs besonders gegenüber G. E. Müller hervorgehoben werden. Es ist aber auch nötig, den bedeutsamen Arbeiten des Helmholtzschen Kreises Rechnung zu tragen. In den hiesigen Arbeiten wird eine schon längst als erforderlich erscheinende Synthese angebahnt.

4. Kapitel

Zusammenfassung und Schlufs

In sämtlichen bisherigen Farbenarbeiten war

1. das grofse quantitative Ausmafs der Transformation,
2. die offensichtliche Abhängigkeit derselben von psychischen Faktoren festgestellt worden.

Die theoretische Erklärung, die diese Phänomene auf die Anpassungseinrichtung unseres Auges, die Adaptation, zurückführt, stiefs jedoch auf einen Widerspruch, da die bisher fast nur an Erwachsenen durchforschten Adaptationsvorgänge diese beiden Eigenschaften nicht zeigten. Durch unsere Adaptationsuntersuchungen wurde nun festgestellt, dafs

1. das quantitative Ausmafs der Anpassungsvorgänge der Jugendlichen in der eidetischen Entwicklungsphase im Vergleich zu denen der von uns untersuchten Erwachsenen etwa das 3—4fache beträgt, und dafs
2. bei integrierten Vpn. eine sehr starke Beeinflussung der Adaptierung durch psychische Vorgänge möglich ist („integrierte Adaptation").

Diese Anpassungsdifferenzen beruhen nur zum kleinsten Teil auf den bei Erwachsenen und Jugendlichen verschiedenen Pupillenreflex, was wir durch einige Versuchsreihen, in denen wir diesen unwirksam machten, nachweisen konnten. Es mufs daher angenommen werden, dafs wir es bei den Jugendlichen, ganz abgesehen von der Pupillenbewegung, mit ausgiebigeren Adaptationsvorgängen im engeren Sinne zu tun haben. Die Erscheinungen stehen damit in sehr gutem Einklang mit der allgemein festgestellten leichteren Ansprechbarkeit der Jugendlichen auf äufsere Reize und der psychischen Integration vieler physiologischer und psychischer Funktionen.

In Analogie zu der gesteigerten Adaptationsfähigkeit im eidetischen Alter wurde ferner durch Untersuchungen festgestellt, dafs auch die Transformationserscheinungen hier im Vergleich zu älteren nicht integrierten Jugendlichen stärkere sind. Die Resultate sprechen gegen die Deutung der Transformation, die als Hauptgrundlage dieser Phänomene Erfahrungen und Assoziationen anspricht. In diesem Falle könnte

nicht innerhalb der aufsteigenden Entwicklung ein Maximum auftreten, von dem dann ein Abfall stattfindet. Unsere Untersuchungen sprechen vielmehr im Sinne der ursprünglichen Annahme Herings, der ebenfalls schon den adaptativen Vorgängen eine wesentliche Bedeutung zuschreibt. Die von uns ausgeführten Versuche ergänzen aber diese Annahme durch den Nachweis, dafs die Adaptation in der Entwicklungsfrühphase besondere Merkmale zeigt, die gerade zur Aufklärung der Transformationserscheinungen erforderlich waren.

Beim Durchschnittserwachsenen sind allerdings diese Adaptationsvorgänge nicht mehr nachweisbar. Das hindert aber nicht, die Transformationserscheinungen mit ihrer Hilfe zu erklären. Die Analogie der neueren Wahrnehmungsforschungen und der Gesichtspunkte, die sich in ihnen bewährt haben, spricht durchaus in diesem Sinne. Auch in den Untersuchungen über die räumliche Wahrnehmung haben sich in der integrierten Entwicklungsphase Vorgänge nachweisen lassen, die die Lokalisation der Sehdinge bestimmen. Diese Funktionen, die beim Erwachsenen nicht mehr nachweisbar sind, wohl aber ein von ihnen zurückbleibendes Ergebnis, haben die Struktur der räumlichen Wahrnehmung entscheidend bestimmt. Die Raumwerte der Netzhaut z. B. bilden sich, wie in diesen Untersuchungen wahrscheinlich gemacht werden konnte[1], dadurch aus, dafs an die Reizung bestimmter Netzhautstellen n immer bestimmte Funktionen f geknüpft sind, die die Lokalisation bestimmen, und dafs dann später, auch nach dem Ausfall der Funktionen f, bei Reizung der Netzhautstellen n die räumlichen Eindrücke auftauchen, die ursprünglich nur durch die betreffenden Funktionen vermittelt worden waren. Diese in den hiesigen Untersuchungen angestellten Erwägungen lassen sich fast wörtlich auf die Transformationserscheinungen übertragen, die ja auch den optischen Wahrnehmungsvorgängen angehören. Die Transformationserscheinungen werden ursprünglich vermittelt durch bestimmte (besondere adaptative) Funktionen f, die in einer bestimmten optischen Reizkonstellation k

[1] E. R. Jaensch, Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt. VIII. H. Freiling, Über den Aufbau der räumlichen Wahrnehmungen. Leipzig 1923.

auftreten und hier die Farbentransformation t bewirken. Ganz wie es bei den räumlichen Wahrnehmungen der Fall ist, wird später auch nach dem Wegfall der Funktionen f deren Produkt t in Erscheinung treten, sowie die Konstellation k gegeben ist.

Wir werden also anzunehmen haben, daſs die Transformationserscheinungen als ein Ergebnis der gesteigerten und zugleich psychisch integrierten Adaptation der Entwicklungsfrühphase zurückbleiben.

Zum Schluſs erfülle ich noch gern die angenehme Pflicht, all denen zu danken, die mir bei der Ausführung der Arbeit behilflich waren. Zunächst sei es mir erlaubt, Herrn Prof. Jaensch, der mich im Herbst 1925 auf die ungelösten Probleme aufmerksam machte und die Arbeit mit wohlwollendem Interesse und ständiger Unterstützung förderte, meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen. Weiter fühle ich mich den Damen und Herren der Marburger Schulen, die mir zu jeder Zeit gestatteten, die von mir benötigte Anzahl von Vpn. für die Nachmittagsstunden zu bestellen, zu groſser Dankbarkeit verpflichtet, insbesondere denke ich hierbei an Herrn Oberstudiendirektor Dr. Brand, Herrn Studiendirektor Dr. Schneider, Herrn Rektor Scholz und Herrn Rektor Hentze, die mir in entgegenkommender Weise die Schüler und Schülerinnen ihrer Anstalten für die Untersuchung zugänglich machten. Mein Dank gebührt nicht zuletzt Herrn Oberstudiendirektor Friedrich von der Oberrealschule I in Cassel und Herrn Dr. Noldt vom Realgymnasium in Biedenkopf, die es mir gern ermöglichten, hier Untersuchungsreihen an einem groſsen Schülermaterial durchführen zu können. Danken möchte ich schlieſslich freudig noch all meinen erwachsenen und jugendlichen Vpn., die mir in den teilweise sehr langwierigen und zeitraubenden Untersuchungen durch ihre stete bereitwillige Unterstützung die Durchführung der Arbeit möglich machten.

(Eingegangen am 19. März 1927)

Lebenslauf

Ich, Wilhelm Friedrich Heinrich Walker, wurde am 4. Juni 1901 in Osnabrück geboren. Ich besitze die preufsische Staatsangehörigkeit.

Nach dem Besuch einer Mittelschule bestand ich Ostern 1916 auf der Realschule meiner Vaterstadt als Externer die Einjährigen-Prüfung. Alsdann besuchte ich ebenfalls in Osnabrück bis Herbst 1918 die Präparandenanstalt und hierauf das Seminar, das ich Herbst 1921 nach bestandener Abschlufsprüfung verliefs. $1\frac{1}{2}$ Jahre war ich dann auf einem kaufmännischen Büro tätig und bereitete mich nebenbei auf das Universitätsstudium vor. Ostern 1923 wurde ich zum 1. Mal in Münster als Studierender der Pädagogik immatrikuliert. Zum Sommersemester 1924 wechselte ich die Universität und studierte von da an bis zum Wintersemester 1926/27 einschliefslich in Marburg Philosophie und Psychologie, Mathematik und Naturwissenschaften, in den 3 letzten Semestern hauptsächlich Philosophie und Psychologie. Die zur Ergänzung meines Seminarabgangszeugnisses für mich vorgeschriebene verkürzte Reifeprüfung in Mathematik, Englisch und Naturwissenschaften holte ich Herbst 1924 an der Oberrealschule in Marburg nach und erhielt damit der Reifezeugnis einer Oberrealschule.

Das Rigorosum bestand ich am 3. März 1927. Seitdem habe ich eine Mittelschullehrerstelle in Barnstorf, Bez. Bremen inne.

Meine akademischen Lehrer waren

in Münster: Brunswig, Cramer, Goldschmidt, Hoffmann, Janssen, Wätjen,

in Marburg: v. Auwers, Fraenkel, Hensel, Jaensch, Neumann, Rehmke, Schaefer, F. A. Schulze, Senftleben, Weigel, Weyrich.

Ihnen allen gegenüber fühle ich mich zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. S.